



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0041661

(51)^{2020.01} C03C 17/34

(13) B

(21) 1-2020-01246

(22) 02/08/2018

(86) PCT/US2018/045070 02/08/2018

(87) WO 2019/028294 A1 07/02/2019

(30) 15/669,411 04/08/2017 US

(45) 25/11/2024 440

(43) 25/08/2020 389

(73) VITRO FLAT GLASS LLC (US)

400 Guys Run Road, Cheswick, Pennsylvania 15024, United States of America

(72) GANJOO, Ashtosh (US); NARAYANAN, Sudarshan (US); O'SHAUGNESSY, Dennis, J. (US).

(74) Văn phòng Luật sư MINERVAS (MINERVAS)

(54) VẬT PHẨM ĐƯỢC PHỦ BỀ MẶT VÀ PHƯƠNG PHÁP LÀM GIẢM ĐIỆN TRỞ
TẮM CỦA VẬT PHẨM NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến các vật phẩm được phủ bề mặt. Lớp nền được phủ với lớp lót có màng lót thứ nhất được làm từ vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất. Lớp oxit dẫn điện trong suốt ở trên ít nhất một phần của lớp lót này. Màng nhúng được nhúng trong lớp oxit dẫn điện trong suốt, trong đó màng nhúng này chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật phẩm được phủ bề mặt mà có độ phát xạ thấp và màu trung tính.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các oxit dẫn điện trong suốt (TCO) được áp vào lớp nền để tạo ra vật phẩm được phủ bề mặt có độ phát xạ thấp hơn và điện trở tấm thấp hơn. Điều này làm cho các TCO đặc biệt hữu ích trong các điện cực (ví dụ trong các pin mặt trời) hoặc các lớp giữ nhiệt, kích hoạt các loại kính hộp hoặc màn hình. Các TCO thường được áp bằng các kỹ thuật chồng chân không, như là chồng chân không phún xạ magnetron (MSVD). Nói chung, lớp TCO dày hơn làm cho điện trở tấm thấp hơn. Tuy nhiên, độ dày của TCO tác động đến màu của vật phẩm được phủ bề mặt, xem ví dụ US 2016/0002098. Do đó, có nhu cầu điều chỉnh hiệu ứng tạo màu do lớp TCO gây ra. Còn có nhu cầu giảm thiểu độ dày của lớp TCO để giảm thiểu tác động của TCO đối với màu của vật phẩm được phủ bề mặt trong khi vẫn duy trì được điện trở tấm được yêu cầu.

Các chồng lớp phủ có thể bị ăn mòn theo thời gian. Để bảo vệ khỏi điều này, lớp phủ bảo vệ ngoài có thể được áp cho lớp phủ. Ví dụ, màng titan oxit được bộc lộ ở Patent Hoa Kỳ số 4716086 và 4786563 là các lớp bảo vệ cung cấp khả năng kháng hóa chất cho lớp phủ. Silic oxit được bộc lộ trong Patent Canada số 2156571, nhôm oxit và silic nitrit được bộc lộ trong Patent Hoa Kỳ số 5425861; 5344718; 5376455; 5584902 và 5532180; và trong công bố đơn quốc tế PCT số 95/29883 cũng là những màng bảo vệ cung cấp khả năng kháng hóa chất cho lớp

phủ. Công nghệ này có thể được cải tiến bằng cách tăng độ bền hóa học và/hoặc cơ học của lớp bảo vệ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất các vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 1 và 8. Sáng chế còn đề xuất phương pháp làm giảm điện trở tấm của vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 11.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế này hoặc đơn đăng ký chứa ít nhất bản vẽ được thực hiện bằng màu. Các bản sao của sáng chế này hoặc đơn đăng ký sáng chế với (các) bản vẽ màu này sẽ được Văn phòng cung cấp theo yêu cầu và thanh toán phí cần thiết.

Fig. 1a, 1b, 1c và 1d là hình chiếu cạnh (không theo tỷ lệ) của các lớp phủ khác mà kết hợp với tính năng của sáng chế.

Fig. 2a, 2b, 2c, 2d và 2e là hình chiếu cạnh của các lớp phủ khác (không theo tỷ lệ) mà kết hợp với tính năng của sáng chế.

Fig. 3a, 3b, 3c, 3d, 3e là hình chiếu cạnh của các lớp phủ khác (không theo tỷ lệ) mà kết hợp với tính năng của sáng chế.

Fig. 4a và 4b là hình chiếu cạnh của các lớp phủ khác (không theo tỷ lệ) mà kết hợp với tính năng của sáng chế.

Fig. 5a và 5b là hình chiếu cạnh của các lớp phủ khác (không theo tỷ lệ) mà kết hợp với tính năng của sáng chế.

Fig. 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g và 6h là hình chiếu cạnh của các lớp phủ khác (không theo tỷ lệ) mà kết hợp với tính năng của sáng chế.

Fig. 7 là biểu đồ thể hiện điện trở của ITO so với độ dày của các mẫu mà có bề mặt của lớp oxit dẫn điện trong suốt ITO được gia nhiệt đến nhiệt độ nhất định.

Fig. 8a-c là các biểu đồ XRD thể hiện sự kết tinh của các lớp oxit dẫn điện trong suốt oxit indi pha tạp thiếc.

Fig. 9 minh họa điện trở của lớp oxit dẫn điện trong suốt oxit kẽm pha tạp gali khi hậu chông lớp và được gia nhiệt.

Fig. 10 minh họa điện trở của lớp oxit dẫn điện trong suốt oxit pha tạp nhôm khi được chông và được gia nhiệt.

Fig. 11 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của lớp lót đối với màu của lớp nền mà có lớp oxit dẫn điện trong suốt oxit indi pha tạp thiếc dày 170 nm.

Fig. 12 là biểu đồ thể hiện tác động của lớp lót đối với màu của lớp nền mà có lớp oxit dẫn điện trong suốt oxit indi pha tạp thiếc dày 175-225 nm và lớp bảo vệ silic oxit.

Fig. 13a là biểu đồ thể hiện tác động của màng nhúng đối với điện trở tấm.

Fig. 13b là biểu đồ thể hiện tác động của màng nhúng trên độ phát xạ.

Fig. 13c là biểu đồ XRD của oxit thiếc pha tạp indi mà có màng nhúng.

Fig. 14 là biểu đồ cột thể hiện độ bền của các lớp bảo vệ khác nhau.

Fig. 15 là biểu đồ cột thể hiện độ bền của các lớp bảo vệ khác nhau.

Fig. 16 (a) và (b) là các biểu đồ đường thể hiện sự hấp thụ được chuẩn hóa của các lớp oxit dẫn điện trong suốt chứa oxit thiếc pha tạp indi trong không khí với 0% đến 2% oxy.

Fig. 17 (a) và (b) là đồ thị thể hiện độ phát xạ của các lớp oxit dẫn điện trong suốt chứa oxit thiếc pha tạp indi trong bầu không khí với 0% đến 2% oxy.

Fig. 18 là biểu đồ thể hiện độ hấp thụ được chuẩn hóa của lớp oxit dẫn điện trong suốt chứa oxit kẽm pha tạp nhôm trong không khí với 0% đến 6% oxy.

Fig. 19 là biểu đồ thể hiện độ hấp thụ được chuẩn hóa như là hàm của hàm lượng oxy được cung cấp cho máy phủ.

Fig. 20 là biểu đồ thể hiện điện trở tấm của lớp oxit dẫn điện trong suốt chứa oxit thiếc pha tạp indi sau quá trình hậu chông lớp như hàm của nhiệt độ bề mặt của lớp oxit dẫn điện trong suốt.

Fig. 21 là biểu đồ thể hiện điện trở tấm như hàm của nhiệt độ bề mặt của oxit dẫn trong suốt.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thuật ngữ “màng phim” dùng để chỉ vùng của lớp phủ có thành phần mong muốn hoặc được chọn. Một “lớp” bao gồm một hoặc nhiều “phim”. Một “lớp phủ” hoặc “lớp phủ” bao gồm một hoặc nhiều “lớp”. Các thuật ngữ “kim loại” và “oxit kim loại” được coi là bao gồm silic và silic oxit, cũng như các kim loại và oxit kim loại được công nhận theo truyền thống, mặc dù về mặt kỹ thuật, silic không phải là kim loại.

Thuật ngữ “trên” có nghĩa là “xa hơn so với lớp nền”. Ví dụ, lớp thứ hai nằm “trên” lớp thứ nhất có nghĩa là lớp thứ hai nằm xa lớp nền hơn lớp thứ nhất. Lớp thứ hai có thể tiếp xúc trực tiếp với lớp thứ nhất hoặc một hoặc nhiều lớp khác có thể nằm giữa lớp thứ hai và lớp thứ nhất.

Bất kỳ tham chiếu đến số lượng, trừ khi được chỉ ra khác, là “phần trăm theo trọng lượng”.

Thuật ngữ “ánh sáng khả kiến” nghĩa là bức xạ điện từ mà có bước sóng trong khoảng từ 380 nm đến 780 nm. Thuật ngữ “bức xạ hồng ngoại” nghĩa là bức xạ điện từ mà có bước sóng trong khoảng lớn hơn từ 780 nm đến 100.000 nm. Thuật ngữ “bức xạ cực tím” nghĩa là năng lượng điện từ mà có bước sóng trong phạm vi từ 100 nm đến dưới 380 nm.

Các thuật ngữ “kim loại” và “oxit kim loại”, được coi là gồm silic và silic oxit, cũng như các kim loại và oxit kim loại được công nhận thông thường, mặc

dù về mặt kỹ thuật silic không phải là kim loại. “Ít nhất” nghĩa là “lớn hơn hoặc bằng với”. “Không nhiều hơn” nghĩa là “ít hơn hoặc bằng với”.

Tất cả các giá trị độ mờ và độ truyền qua ở đây đều được xác định bằng máy đo độ mờ Haze-Gard Plus (hiện bán trên thị trường từ BYK-Gardner USA) và theo ASTM D1003-07.

Trong trường hợp mà % oxy được tham chiếu trong máy phủ, % oxy là lượng oxy được thêm vào buồng máy phủ liên quan đến các loại khí khác. Ví dụ, nếu 2% oxy được thêm vào không khí của buồng máy phủ, thì 2% oxy và 98% argon được thêm vào buồng máy phủ. Argon có thể được thay thế cho các loại khí khác, nhưng thường thì các khí là khí trơ.

Các mô tả của sáng chế trong đây có thể mô tả một số tính năng nhất định như “đặc biệt” và “tốt hơn” với các giới hạn nhất định (ví dụ, “tốt hơn”, “tốt hơn nữa”, hoặc “tốt nhất là”, trong một số giới hạn nhất định). Cần phải hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở những hạn chế cụ thể hoặc ưu tiên này mà bao gồm toàn bộ phạm vi công bố.

Sáng chế này gồm, gồm có hoặc chủ yếu bao gồm, các khía cạnh sau đây của sáng chế, trong bất kỳ sự kết hợp nào. Các khía cạnh khác nhau của sáng chế được minh họa trong các hình vẽ riêng biệt. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng điều này chỉ đơn giản là để dễ minh họa và mô tả. Trong thực tiễn của sáng chế, một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế được thể hiện trong một hình vẽ có thể được kết hợp với một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế được thể hiện trong một hoặc nhiều hình vẽ khác.

Vật phẩm mẫu gồm lớp nền 10, lớp lót 12 trên lớp nền 10 và lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 trên lớp lót 12 được minh họa trong Fig. 1.

Vật phẩm 2 có thể là cửa sổ, gương mặt trời, pin mặt trời hoặc điốt phát sáng hữu cơ. Lớp phủ mà được áp cho lớp nền 10 có thể cung cấp độ phát xạ thấp, điện trở suất thấp, khả năng chống trầy xước, suy giảm tần số sóng vô tuyến hoặc màu mong muốn.

Lớp nền 10 có thể trong suốt, nửa trong suốt hoặc chắn sáng trong ánh sáng khả kiến. “Trong suốt”, có nghĩa là có độ truyền ánh sáng nhìn thấy lớn hơn 0% đến 100%. Ngoài ra, lớp nền 12 có thể nửa trong suốt hoặc chắn sáng. “Nửa trong suốt” có nghĩa là cho phép năng lượng điện từ (ví dụ, ánh sáng khả kiến) đi qua nhưng khuếch tán năng lượng này sao cho các vật thể ở phía đối diện người xem không nhìn thấy rõ. “Chắn sáng” nghĩa là có độ truyền ánh sáng nhìn thấy là 0%.

Lớp nền 10 có thể là thủy tinh, nhựa hoặc kim loại. Các ví dụ về lớp nền nhựa phù hợp bao gồm các polyme acrylic, chẳng hạn như polyacrylat; polyalkylmetacrylat, chẳng hạn như polymethylmetacrylat, polyethylmetacrylat, polypropylmetacrylat, và loại tương tự; polyuretan; polycacbonat; polyalkylterephthalat, như polyetylenterephthalat (PET), polypropylenterephthalat, polybutylenterephthalat, và loại tương tự; polysiloxan có chứa polyme; hoặc copolyme của bất kỳ monome nào để điều chế chúng, hoặc bất kỳ hỗn hợp nào của chúng); hoặc lớp nền thủy tinh. Các ví dụ về lớp nền thủy tinh phù hợp bao gồm thủy tinh soda-vôi-silicat thông thường, thủy tinh bo silicat hoặc thủy tinh pha chì. Thủy tinh có thể là thủy tinh trong. “Thủy tinh trong” nghĩa là thủy tinh không phủ màu hoặc không nhuộm màu. Ngoài ra, thủy tinh có thể được phủ màu hoặc thủy tinh được nhuộm màu khác. Thủy tinh có thể được ram hoặc thủy tinh được xử lý nhiệt. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “xử lý nhiệt” nghĩa là được tôi luyện hoặc ít nhất là một phần được làm tăng nhiệt độ. Thủy tinh có thể thuộc bất kỳ loại nào, chẳng hạn như thủy tinh nổi thông thường, và có thể thuộc bất kỳ

thành phần nào có tính chất quang học, ví dụ, bất kỳ giá trị nào của việc truyền tia nhìn thấy, truyền tia cực tím, truyền tia hồng ngoại và/hoặc truyền tải năng lượng mặt trời. Các ví dụ về lớp nền kim loại phù hợp gồm nhôm hoặc thép không gỉ.

Lớp nền 10 có thể có sự truyền ánh sáng khả kiến cao ở bước sóng tham chiếu 550 nanomet (nm) và độ dày 2 mm. “Sự truyền ánh sáng khả kiến cao”, có nghĩa là sự truyền ánh sáng khả kiến ở 550 nm lớn hơn hoặc bằng 85%, chẳng hạn như lớn hơn hoặc bằng 87%, như lớn hơn hoặc bằng 90%, như lớn hơn hoặc bằng đến 91%, như lớn hơn hoặc bằng 92%.

Lớp lót 12 có thể là lớp đơn, lớp đồng nhất, lớp gradien, lớp kép hoặc có thể bao gồm nhiều lớp. “Lớp đồng nhất” nghĩa là lớp trong đó các vật liệu được phân bố ngẫu nhiên trong toàn bộ lớp phủ. “Lớp gradien” nghĩa là lớp có hai hoặc nhiều thành phần, với nồng độ của các thành phần thay đổi (thay đổi liên tục hoặc thay đổi từng bước) khi khoảng cách từ lớp nền 12 thay đổi.

Lớp lót 12 bao gồm hai màng: màng lót thứ nhất 20 và màng lót thứ hai 22. Màng lót thứ nhất 20 được đặt trên lớp nền 10, và gần hơn với lớp nền 10 so với màng lót thứ hai 22. Màng lót thứ nhất 20 là vật liệu mà có chỉ số khúc xạ cao hơn so với màng lót thứ hai 22 và/hoặc lớp nền 10. Ví dụ, màng lót thứ nhất 20 có thể chứa oxit kim loại, nitrit hoặc oxy-nitrit. Màng lót thứ nhất gồm một oxit của kẽm và/hoặc thiếc. Ví dụ, màng lót thứ nhất 20 có thể bao gồm kẽm oxit và thiếc oxit, hoặc kẽm stanat.

Màng lót thứ nhất 20 có thể gồm oxit kẽm. Mục tiêu kẽm để phun màng oxit kẽm có thể gồm một hoặc nhiều vật liệu khác để cải thiện các đặc tính phun xạ của mục tiêu kẽm. Ví dụ, mục tiêu kẽm có thể gồm tối đa 15% theo trọng lượng, chẳng hạn tối đa 10% theo trọng lượng, chẳng hạn tối đa 5% theo trọng lượng, của vật liệu đó. Lớp oxit kẽm thu được gồm tỷ lệ nhỏ oxit của vật liệu được thêm

vào, ví dụ như, tối đa 15% theo trọng lượng, tối đa 10% theo trọng lượng, tối đa 9% theo trọng lượng của vật liệu oxit. Lớp được chồng từ mục tiêu kẽm có tới 10% theo trọng lượng, ví dụ, tối đa 5% theo trọng lượng của vật liệu bổ sung để tăng cường các đặc tính phún xạ của mục tiêu kẽm được đề cập ở đây như “lớp oxit kẽm” mặc dù lượng nhỏ vật liệu được thêm vào (hoặc oxit của vật liệu được thêm vào) có thể hiện hữu. Ví dụ của vật liệu như vậy là thiếc.

Màng lót thứ nhất 20 có thể gồm hợp kim của oxit kẽm và oxit thiếc. Ví dụ, màng lót thứ nhất 20 có thể gồm hoặc có thể là lớp kẽm stanat. “Kẽm stanat” nghĩa là một thành phần của công thức: $Zn_xSn_{1-x}O_{2-x}$ (Công thức 1) trong đó “x” thay đổi trong phạm vi từ 0 đến nhỏ hơn 1. Ví dụ, “x” có thể lớn hơn 0 và có thể là bất kỳ phân số hoặc số thập phân trong khoảng lớn hơn 0 đến nhỏ hơn 1. Lớp kẽm stanat có một hoặc nhiều dạng của Công thức 1 với số lượng chiếm ưu thế. Lớp kẽm stanat mà trong đó $x=2/3$ thường được đề cập như “ Zn_2SnO_4 ”. Hợp kim của oxit kẽm và oxit thiếc có thể gồm 80% đến 99% kẽm theo trọng lượng và 20% đến 1% thiếc theo trọng lượng; chẳng hạn như 85% đến 99% kẽm theo trọng lượng và 15% đến 1% thiếc theo trọng lượng; 90% đến 99% kẽm theo trọng lượng và 10% đến 1% thiếc theo trọng lượng; xấp xỉ 90% kẽm theo trọng lượng và 10% thiếc theo trọng lượng.

Màng lót thứ hai 22 có thể là vật liệu mà có chỉ số khúc xạ thấp hơn màng lót thứ nhất 20. Ví dụ, màng lót thứ hai 22 có thể gồm oxit kim loại, nitrit, hoặc oxy-nitrit. Các ví dụ của các kim loại phù hợp cho màng lót thứ hai 22 gồm silic, titan, nhôm, ziricon, phospho, hafini, niobi, kẽm, bismut, chì, indi, thiếc, tantan và hợp kim của chúng hoặc hỗn hợp của chúng.

Ví dụ, màng lót thứ hai 22 có thể gồm silic đioxit và nhôm oxit. Theo ví dụ này, màng lót thứ hai 22 sẽ có ít nhất 50% silic oxit theo trọng lượng; 50

đến 99% silic oxit theo trọng lượng và 50 đến 1% nhôm oxit theo trọng lượng; 60 đến 98% silic oxit theo trọng lượng và 40 đến 2% nhôm oxit theo trọng lượng; 70 đến 95% silic oxit theo trọng lượng và 30 đến 5% nhôm oxit theo trọng lượng; 80 đến 90% silic oxit theo trọng lượng và 10 đến 20% nhôm oxit theo trọng lượng, hoặc 8% silic oxit theo trọng lượng và 15% nhôm oxit theo trọng lượng.

Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 trên lớp lót 12. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể là lớp đơn hoặc có thể có nhiều lớp hoặc nhiều tầng. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có ít nhất một lớp oxit dẫn điện. Ví dụ, lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể gồm một hoặc nhiều vật liệu oxit kim loại. Ví dụ, lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể bao gồm một hoặc nhiều oxit của một hoặc nhiều Zn, Fe, Mn, Al, Ce, Sn, Sb, Hf, Zr, Ni, Bi, Ti, Co, Cr, Si, In, hoặc hợp kim của hai hoặc nhiều những vật liệu này. Ví dụ, lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể chứa oxit thiếc. Trong một ví dụ khác, lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 chứa oxit kẽm.

Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể gồm một hoặc nhiều vật liệu pha tạp, như, nhưng không giới hạn ở, F, In, Al, P, Cu, Mo, Ta, Ti, Ni, Nb, W, Ga, Mg và/hoặc Sb. Ví dụ, chất pha tạp có thể là In, Ga, Al hoặc Mg. Tạp chất có thể xuất hiện với số lượng ít hơn 10% tổng trọng lượng, chẳng hạn như dưới 5% tổng trọng lượng, chẳng hạn như dưới 4% tổng trọng lượng, chẳng hạn như dưới 2% tổng trọng lượng, chẳng hạn như dưới 1% tổng trọng lượng. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể là một oxit kim loại pha tạp như oxit kẽm pha tạp galium (GZO), oxit kẽm pha tạp nhôm (AZO), oxit kẽm pha tạp indi (IZO), oxit kẽm pha tạp magie (MZO) hoặc oxit indi pha tạp thiếc (ITO).

Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể có độ dày trong khoảng từ 75 nm đến 950 nm, chẳng hạn như 90 nm đến 800 nm, chẳng hạn như 100 nm đến 700 nm. Ví dụ, lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể có độ dày trong khoảng từ 125 nm

đến 450 nm; ít nhất 150 nm; hoặc ít nhất 175 nm. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể có độ dày mà không lớn hơn 600 nm, 500 nm, 400 nm, 350 nm, 300 nm, 275 nm, 250 nm hoặc 225 nm.

Các vật liệu lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 khác nhau có điện trở tấm khác nhau ở cùng độ dày, và cùng tác động đến các đặc tính quang học của vật phẩm một cách khác nhau. Lý tưởng nhất là điện trở tấm phải nhỏ hơn $25 \Omega/\square$, hoặc nhỏ hơn $20 \Omega/\square$, hoặc nhỏ hơn $18 \Omega/\square$. Ví dụ, nếu lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 chứa GZO, nó có thể có độ dày ít nhất 300 nm và nhiều nhất 400 nm. Nếu lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 chứa AZO, nó phải có độ dày ít nhất 350 nm, hoặc ít nhất 400 nm, và độ dày nhiều nhất 950 nm, hoặc nhiều nhất 800 nm, hoặc nhiều nhất 700 nm, hoặc nhiều nhất 700 nm, hoặc nhiều nhất 600 nm. Nếu lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 chứa ITO, nó có thể có độ dày ít nhất 75 nm, ít nhất 90 nm, ít nhất 100 nm, ít nhất 125 nm, hoặc ít nhất 150 nm, hoặc ít nhất 175 nm; và nhiều nhất 350 nm, nhiều nhất 300 nm, nhiều nhất 275 nm, hoặc nhiều nhất 250 nm, hoặc nhiều nhất 225 nm.

Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể có độ nhám bề mặt (RMS) trong khoảng từ 5 nm đến 60 nm, chẳng hạn như 5 nm đến 40 nm, chẳng hạn như 5 nm đến 30 nm, chẳng hạn như 10 nm đến 30 nm, chẳng hạn như 10 nm đến 20 nm, chẳng hạn như 10 nm đến 15 nm, chẳng hạn như 11 nm đến 15 nm.

Ví dụ, khi lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 là oxit indi pha tạp thiếc, độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể nằm trong khoảng từ 75 nm đến 350 nm; 100 nm đến 300 nm; 125 nm đến 275 nm; 150 nm đến 250 nm; hoặc 175 nm đến 225 nm.

Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể có điện trở tấm trong khoảng $5 \Omega/\square$ đến $25 \Omega/\square$, chẳng hạn như $8 \Omega/\square$ đến $20 \Omega/\square$. Ví dụ, chẳng hạn như $10 \Omega/\square$ đến $18 \Omega/\square$.

Ví dụ, vật phẩm có thể là lớp nền thủy tinh 10 với lớp lót 12 trên lớp nền thủy tinh 10. Lớp lót 12 có thể có ít nhất hai màng: màng lót thứ nhất 20 và màng lót thứ hai 22. Màng lót thứ nhất 20 có thể là hợp kim của oxit kẽm và oxit thiếc, và màng lót thứ hai 22 có thể là hợp kim của silic oxit và nhôm oxit. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể trên màng thứ hai 22. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể là ITO, GZO hoặc AZO.

Màng oxit dẫn điện trong suốt cung cấp vật phẩm với điện trở tấm nhất định, ví dụ, ít hơn $25 \Omega/\square$. Nói chung, khi độ dày của oxit dẫn điện trong suốt tăng, điện trở tấm giảm. Ngay khi xác định được điện trở tấm mong muốn và độ dày cần thiết để oxit dẫn điện trong suốt đạt được điện trở tấm mong muốn, phần mềm thiết kế quang học có thể được sử dụng để xác định độ dày của màng thứ nhất và màng thứ hai. Ví dụ về phần mềm thiết kế quang học phù hợp là FILM STAR. Lý tưởng nhất, người ta cố gắng để có hệ số màu a^* , b^* là -1, -1. Một số thay đổi, được chấp nhận trong màu này. Ví dụ: hệ số màu a^* có thể cao bằng 1, 0 hoặc -0,5 và thấp bằng -9, -4, -3 hoặc -1,5 và giá trị b^* có thể cao bằng 1,0 hoặc -0,5 và thấp bằng -9, -4, -3 hoặc -1,5. Để có được màu mong muốn, người ta thay đổi độ dày của màng thứ nhất 20 và màng thứ hai 22 để có được màu mong muốn cho oxit dẫn trong suốt đã xác định và độ dày của oxit dẫn điện trong suốt. Ví dụ, màng thứ nhất có thể dày từ 10 đến 20 nm, hoặc dày từ 11 đến 15 nm; và màng thứ hai có thể dày từ 25 đến 35nm, hoặc dày từ 29 đến 34 nm.

Tham chiếu tại Fig. 1c và 1d, vật phẩm 2 có thể không phải bao gồm lớp bảo vệ 16 trên lớp oxit dẫn điện 14, chẳng hạn như lớp bảo vệ như được mô tả ở đây.

Ví dụ, lớp bảo vệ 16 có thể gồm màng bảo vệ thứ nhất 60 và màng bảo vệ thứ hai 62. Màng bảo vệ thứ hai 62 có thể bao gồm hỗn hợp titan oxit và silic oxit. Ví dụ, lớp bảo vệ 16 gồm màng bảo vệ thứ nhất 60, màng bảo vệ thứ hai 62 và màng bảo vệ thứ ba 64.

Phương pháp mẫu của sáng chế là việc hình thành lớp nền được phủ. Lớp nền 10 được cung cấp. Oxit dẫn điện trong suốt được xác định. Ngay khi xác định được oxit dẫn điện trong suốt, người ta có thể xác định độ dày cho màng dẫn điện trong suốt mà cung cấp lớp nền có độ điện trở tấm ít nhất là $5 \Omega/\square$ và/hoặc không quá $25 \Omega/\square$, cụ thể không quá $20 \Omega/\square$, cụ thể hơn nữa là không quá $18 \Omega/\square$. Màu mong muốn của lớp nền phủ cũng được xác định. Vật liệu lót thứ nhất và vật liệu lót thứ hai được xác định bằng phần mềm thiết kế quang học, độ dày màng lót thứ nhất và độ dày màng lót thứ hai được xác định rằng cung cấp cho vật phẩm có lớp oxit dẫn điện trong suốt nêu trên với màu mà trong đó hệ số màu a^* có thể cao bằng 1 và thấp bằng -9, và giá trị b^* có thể cao bằng 1 và thấp bằng -9. Lớp lót 12 được áp trên lớp nền bằng cách áp vật liệu lớp lót thứ nhất trên lớp nền để tạo thành màng lót thứ nhất 20 cho độ dày màng lót thứ nhất đã xác định, và áp vật liệu lớp lót thứ hai trên màng lót thứ nhất cho độ dày màng lót thứ hai đã xác định để hình thành màng lót thứ hai 22. Vật liệu oxit dẫn điện trong suốt được áp trên lớp lót 12 cho độ dày màng dẫn điện trong suốt đã xác định để hình thành lớp oxit dẫn điện trong suốt 14.

Độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 tác động đến điện trở tấm và màu của lớp nền. Lớp lót 12 được sử dụng để điều chỉnh màu của vật phẩm mà có lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 tại độ dày cụ thể. Điều này được thực hiện bằng cách xác định vật liệu lớp lót thứ nhất và vật liệu lớp lót thứ hai, sau đó, bằng cách sử dụng công cụ như FILM STAR, xác định độ dày cho từng vật liệu lớp lót mà cung

cấp màu mong muốn. Ngay khi các vật liệu lớp lót thứ nhất và thứ hai được xác định, người ta có thể điều chỉnh độ dày của từng vật liệu này để đạt được bất kỳ màu nào mong muốn. Thông thường, màu mong muốn là có hệ số màu a^* , b^* là -1, -1. Một số thay đổi, được chấp nhận trong màu này. Ví dụ: hệ số màu a^* có thể cao bằng 1 và thấp bằng -9 và giá trị b^* có thể cao bằng 1 và thấp bằng -9.

Ví dụ, người ta có thể muốn tạo ra pin mặt trời có hệ số màu a^* -1 và b^* -1. Lớp nền thủy tinh được cung cấp. Vật liệu oxit dẫn điện trong suốt có thể được xác định là oxit thiếc pha tạp indi (ITO). Người ta sẽ hiểu rằng nếu độ dày của màng oxit dẫn điện trong suốt ITO nằm giữa 125 nm và 275 nm, họ có thể đạt được điện trở tấm từ $5 \Omega/\square$ đến $25 \Omega/\square$ theo sáng chế được công bố tại đây. Để đạt được màu mong muốn, người ta có thể chọn lớp lót 12 mà có màng lót thứ nhất 20 gồm oxit kẽm và oxit thiếc, và màng lót thứ hai 22 gồm silic oxit và nhôm oxit. Màng lót thứ nhất 20 có độ dày trong khoảng từ 10 nm đến 15 nm, và màng lót thứ hai 22 có độ dày trong khoảng từ 29 nm đến 34 nm. Màng lót thứ nhất 20 được áp trên lớp nền 10 ở độ dày đã xác định, và màng lót thứ hai 22 được áp trên màng lót thứ nhất 20 ở độ dày đã xác định. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 được áp trên màng lót thứ hai 22 ở độ dày đã xác định, do đó tạo thành vật phẩm mà có màu với hệ số màu a^* giữa -9 đến 1, cụ thể là giữa -4 và 0, cụ thể hơn là giữa -3 và 1, cụ thể hơn nữa là giữa -1,5 và -0,5; và b^* giữa -9 đến 1, cụ thể là giữa -4 và 0, cụ thể hơn là giữa -1,5 và -0,5.

Trong một ví dụ khác, lớp nền thủy tinh 10 được cung cấp. Vật liệu lớp oxit dẫn điện trong suốt có thể được xác định là oxit thiếc pha tạp indi (ITO). Người ta hiểu rằng nếu độ dày của màng oxit dẫn điện trong suốt ITO nằm trong khoảng từ 125 nm đến 275 nm, thì người ta sẽ thu được điện trở tấm từ $5 \Omega/\square$ đến $25 \Omega/\square$, cụ thể là không quá $20 \Omega/\square$, cụ thể hơn là không quá $18 \Omega/\square$. Để đạt được màu

sắc mong muốn, họ có thể chọn lớp lót 12 mà có màng lót thứ nhất 20 gồm oxit kẽm và oxit thiếc, và màng lót thứ hai 22 gồm silic oxit, và cũng cân nhắc đến hiệu ứng trên màu của lớp bảo vệ 16 mà có trên lớp nền được phủ. Trong ví dụ này, lớp silic oxit bảo vệ có độ dày ít nhất 30 nm và không quá 45 nm được sử dụng. Màng lót thứ nhất 20 có độ dày trong khoảng từ 10 nm đến 15 nm, và màng lót thứ hai 22 có độ dày trong khoảng từ 29 nm đến 34 nm. Màng lót thứ nhất 20 được áp trên lớp nền 10 ở độ dày đã xác định và màng lót thứ hai 22 được áp cho màng lót thứ nhất 20 ở độ dày đã xác định. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 được áp trên màng lót thứ hai 22 ở độ dày đã xác định mà cung cấp điện trở tấm nêu trên, do đó tạo thành một lớp phủ có màu giữa hệ số màu a^* -9 đến 1, hoặc -4 đến 0, hoặc -3 đến 1, hoặc -1,5 đến -0,5 và b^* -9 đến 1; hoặc -4 đến 0, hoặc -3 đến 1 hoặc -1,5 đến -0,5. Trong các ví dụ này, lớp lót được sử dụng để điều chỉnh màu của lớp nền được phủ.

Fig. 2 minh họa một vật phẩm mẫu 2 khác mà gồm lớp nền 10, lớp lót 12 trên lớp nền, lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 trên lớp lót 12 và màng nhúng 24 mà gồm vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai được nhúng vào lớp oxit dẫn điện trong suốt 14.

Lớp nền 10 có thể là bất kỳ lớp nền nào được nêu trong đây.

Lớp lót 12 có thể có màng lót thứ nhất 20 và màng lót thứ hai tùy chọn 22. Màng lót thứ nhất 20 có vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất. Màng lót thứ hai tùy chọn 22 có vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất. Vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất có chỉ số khúc xạ cao hơn vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất.

Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể là bất kỳ oxit dẫn điện trong suốt nào nêu trên.

Màng nhúng 24 có vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai được nhúng trong lớp oxit dẫn điện trong suốt 14. Vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai có thể là bất kỳ vật liệu nào có chỉ số khúc xạ cao hơn vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất. Ví dụ, vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai tạo thành màng nhúng 24 có thể chứa oxit kim loại, nitrit hoặc oxy-nitrit. Các ví dụ về vật liệu oxit phù hợp cho màng nhúng 24 gồm các silic oxit, titan oxit, nhôm oxit, ziricon oxit, phospho, hafni, niobi, kẽm, bismut, chì, indi, thiếc, và/hoặc hợp kim của chúng. Ví dụ, màng nhúng 24 có thể gồm một oxit silic và/hoặc nhôm.

Ví dụ, màng nhúng 24 có thể gồm silic oxit và nhôm oxit. Theo ví dụ này, màng lót thứ hai 22 có ít nhất 50% silic oxit về thể tích; 50 đến 99% silic oxit về thể tích và 50 đến 1% nhôm oxit về thể tích; 60 đến 98% silic oxit về thể tích và 40 đến 2% nhôm oxit về thể tích; 70 đến 95% silic oxit về thể tích và 30 đến 5% nhôm oxit về thể tích; 80 đến 90% silic oxit về thể tích và 10 đến 20% nhôm oxit về thể tích, hoặc 8% silic oxit về thể tích và 15% nhôm oxit về thể tích.

Màng nhúng 24 có thể có độ dày trong các khoảng từ 5 nm đến 50 nm, 10 đến 40 nm hoặc 15 đến 30 nm.

Vật phẩm có thể tùy ý bao gồm lớp bảo vệ 16 trên lớp oxit dẫn điện trong suốt 14, chẳng hạn như lớp bảo vệ được mô tả trong vật liệu này. Ví dụ, lớp bảo vệ 16 có thể gồm màng bảo vệ thứ nhất 60 và màng bảo vệ thứ hai 62. Màng bảo vệ thứ hai 62 có thể gồm hỗn hợp titan oxit và silic oxit. Ví dụ, lớp bảo vệ 16 gồm màng bảo vệ thứ nhất 60, màng bảo vệ thứ hai 62 và màng bảo vệ thứ ba 64.

Fig. 3 minh họa một vật phẩm mẫu 2 khác gồm lớp nền 10, lớp lót 12 trên lớp nền, lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 trên lớp lót 12, màng nhúng 124 trên lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 115

trên màng nhúng 124. Không bắt buộc, lớp bảo vệ 16 có thể được áp trên lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115.

Màng nhúng 124 có thể chứa oxit kim loại, nitrit hoặc oxy-nitrit. Các ví dụ của các vật liệu phù hợp cho kim loại có chỉ số khúc xạ cao thứ hai bao gồm các silic oxit, titan oxit, nhôm oxit, zircon oxit, phospho, hafni, niobi, kẽm, bismut, chì, indi, thiếc, và/hoặc hợp kim của chúng. Ví dụ, vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai có thể bao gồm silic oxit và/hoặc nhôm oxit.

Ví dụ, màng nhúng 124 có thể gồm silic oxit và nhôm oxit. Vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai có ít nhất 50% silic oxit theo trọng lượng; 50 đến 99% silic oxit theo thể tích và 50 đến 1% nhôm oxit theo thể tích; 60 đến 98% silic oxit theo thể tích và 40 đến 2% nhôm oxit theo thể tích; hoặc 70 đến 95% silic oxit theo trọng lượng và 30 đến 5% nhôm oxit theo trọng lượng; 80 đến 90% silic oxit theo trọng lượng và 10 đến 20% nhôm oxit theo trọng lượng, hoặc 8% silic oxit theo trọng lượng và 15% nhôm oxit theo trọng lượng.

Màng nhúng 124 có thể có độ dày trong khoảng 5 nm đến 50 nm, 10 đến 40 nm hoặc 15 nm đến 30 nm.

Lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 và lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 có độ dày kết hợp của trong khoảng từ 75 nm đến 950 nm, ví dụ như 90 nm đến 800 nm, như 125 nm đến 700 nm. Ví dụ, độ dày kết hợp có thể không lớn hơn 950 nm, 800 nm, 700 nm, 600 nm, 500 nm, 400 nm, 350 nm, 300 nm, 275 nm, 250 nm hoặc 225 nm. Độ dày kết hợp có thể ít nhất là 75 nm, ít nhất 90 nm, ít nhất 100 nm, ít nhất 125 nm, 150 nm hoặc 175 nm. Lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 có thể có độ dày ít nhất là 10 nm, ít nhất là 25 nm, 50 nm, 75 nm hoặc 100 nm; và nhiều nhất là 650 nm, 550 nm, 475 nm, 350 nm, 250 nm hoặc 150. Lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 có thể có độ dày ít nhất là 10 nm, ít

nhất là 25 nm, 50 nm, 75 nm hoặc 100 nm; và nhiều nhất là 650 nm, 550 nm, 475 nm, 350 nm, 250 nm hoặc 150. Ví dụ, nếu lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 và lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 chứa ITO, lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 có thể có độ dày ít nhất là 25 nm, 50 nm, 75 nm hoặc 100 nm; và nhiều nhất là 200 nm, 175 nm, 150 nm hoặc 125 nm; và lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 có thể có độ dày ít nhất 25 nm, 50 nm, 75 nm hoặc 100 nm; và nhiều nhất là 200 nm, 175 nm, 150 nm hoặc 125 nm. Trong một ví dụ khác, nếu lớp oxit dẫn điện trong suốt 114 và lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 chứa AZO, lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 có thể có độ dày ít nhất 100 nm, ít nhất 150 nm, ít nhất 200 nm, 250 nm, hoặc 300 nm; và nhiều nhất là 650 nm, nhiều nhất là 550 nm, nhiều nhất là 450 nm, nhiều nhất là 325 nm hoặc nhiều nhất là 200 nm; và lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 có thể có độ dày ít nhất 100 nm, ít nhất 150 nm, ít nhất 200 nm, 250 nm hoặc 300 nm; và nhiều nhất là 650 nm, nhiều nhất là 550 nm, nhiều nhất là 450 nm, nhiều nhất là 325 nm hoặc nhiều nhất là 200 nm. Trong một ví dụ khác, nếu lớp oxit dẫn điện trong suốt 114 và lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 chứa GZO, thì lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 có thể có độ dày ít nhất 30 nm, ít nhất là 60 nm, ít nhất là 75 nm, ít nhất là 75 nm, ít nhất là 90 nm, ít nhất là 100 nm, ít nhất là 125 nm, ít nhất là 150 nm, 200 nm hoặc 300 nm; và nhiều nhất là 350 nm, nhiều nhất là 300 nm, nhiều nhất là 275 nm, nhiều nhất là 250 nm, hoặc nhiều nhất là 225 nm; và lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 có thể có độ dày ít nhất 30 nm, ít nhất 60 nm, ít nhất 75 nm, ít nhất 90 nm, ít nhất 100 nm, ít nhất 125 nm, ít nhất 150 nm, 200 nm, hoặc 300 nm; và 350 nm, nhiều nhất là 300 nm, 275 nm, nhiều nhất là 250 nm, hoặc nhiều nhất là 225 nm.

Bằng cách thay đổi độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất và thứ hai 114, 115, người ta chuyển màng nhúng 124 cao hơn trong lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 hoặc thấp hơn trong lớp oxit dẫn điện trong suốt 14. Ngạc nhiên rằng, không có vấn đề gì ở màng nhúng 24, 124 được đặt bên trong chồng lớp phủ, có sự gia tăng đáng kể trong điện trở tấm (xem Fig. 13a). Cũng không thể dự đoán được rằng, vị trí của màng nhúng 24, 124 trong lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có tác động khác nhau đến sự truyền ánh sáng (xem Fig. 13b). Khi lớp oxit trong suốt dẫn điện thứ nhất 114 là mỏng hơn so với lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115, bằng cách đó màng nhúng 124 được đặt thấp hơn trong lớp oxit dẫn điện trong suốt 14, có sự gia tăng trong độ truyền ánh sáng (xem Fig. 13b). Sự gia tăng này là rõ rệt hơn khi lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 là dày hơn so với lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115, bằng cách đó màng nhúng 124 được đặt cao hơn trong lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 (xem Fig. 13b). Tuy nhiên, nếu độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 là xấp xỉ bằng độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115, do đó màng nhúng 124 được đặt ở giữa lớp oxit dẫn điện trong suốt 14, độ truyền giảm (xem Fig. 13b). Ví dụ, màng oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 có thể ít nhất 25%, ít nhất 50%, ít nhất 75%, ít nhất 100% (tức là ít nhất gấp đôi), ít nhất 125% hoặc ít nhất 150% dày hơn so với màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114; và có thể dày hơn nhiều nhất 250%; nhiều nhất 200%; nhiều nhất 150%; nhiều nhất 125%; nhiều nhất 100% (tức là nhiều nhất gấp đôi); nhiều nhất 75%; nhiều nhất 50% hoặc nhiều nhất 25% so với màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114. Ngoài ra, màng oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 có thể ít nhất 25%, ít nhất 50%, ít nhất 75%, ít nhất 100% (tức là ít nhất gấp đôi), ít nhất 125% hoặc ít nhất 150% mỏng hơn so với màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114; và có thể mỏng hơn nhiều nhất 250%; nhiều nhất 200%; nhiều

nhất 150%; nhiều nhất 125%; nhiều nhất 100% (tức là nhiều nhất gấp đôi); nhiều nhất 75%; nhiều nhất 50% hoặc nhiều nhất 25% so với màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114.

Một ví dụ khác của sáng chế là phương pháp tạo ra vật phẩm được phủ bề mặt. Lớp nền 10 được cung cấp. Màng lót thứ nhất 20 có vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất được áp trên ít nhất một phần của lớp nền 10. Màng lót thứ hai 22 có vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất được áp trên ít nhất một phần của màng lót thứ nhất 20, trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất có chỉ số khúc xạ thấp hơn màng có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất. Màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 được áp trên ít nhất một phần của lớp lót 12. Màng nhúng 124 mà có vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai được áp trên ít nhất một phần của màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114, trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai có chỉ số khúc xạ cao hơn vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất, hoặc có chỉ số khúc xạ nằm trong 10%, hoặc 5% của chỉ số khúc xạ cho chỉ số khúc xạ cao thứ nhất, hoặc là vật liệu tương tự như vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất, hoặc có cùng chỉ số khúc xạ như vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất. Màng oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115 được áp trên ít nhất một phần của màng nhúng 124. Màng có chỉ số khúc xạ cao thứ hai tách màng oxit dẫn điện trong suốt thành hai phần, màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất và màng oxit dẫn điện trong suốt thứ hai.

Màng nhúng 124 cũng cho phép người ta điều chỉnh màu cho lớp nền được phủ. Màu sắc có thể có hệ số màu a^* ít nhất là -9, -4, -3 hoặc -1.5 và nhiều nhất là 1, 0 hoặc -0.5 và có b^* ít nhất là -9, -4, -3 hoặc -1.5 và nhiều nhất là 1, 0 hoặc -0.5.

Bằng việc thay đổi độ dày của hai vật liệu có chỉ số khúc xạ cao và vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp, người ta có thể điều chỉnh màu của lớp nền được phủ. Để đạt được kết quả này, trước tiên, người ta phải xác định vật liệu sẽ được sử dụng trong màng oxit dẫn điện trong suốt 114 và 115. Ngay khi vật liệu đó được xác định, điện trở tấm mong muốn được xác định. Bằng việc biết được vật liệu và điện trở tấm, người ta có thể xác định độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt 14, hoặc độ dày kết hợp của màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 và thứ hai 115. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 sẽ tác động đến màu của lớp nền được phủ. Để bù lại tác động màu này, người ta có thể sử dụng công cụ thiết kế quang học (ví dụ: FILM STAR) để xác định độ dày cho màng lót thứ nhất 20 và thứ hai 22, và độ dày của màng nhúng 24,124. Điều này được thực hiện bằng việc nhập độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 vào phần mềm, xác định vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất, vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai và vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất. Với các tham số này, người ta có thể xác định độ dày của màng lót thứ nhất 20 và thứ hai 22, và màng nhúng 24,124. Những màng này sau đó được áp tại những độ dày đã xác định.

Ví dụ, phương pháp này có thể gồm việc xác định vật liệu oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất được sử dụng trong màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114, và vật liệu oxit dẫn điện trong suốt thứ hai được sử dụng trong oxit dẫn điện trong suốt thứ hai 115. Các oxit dẫn điện trong suốt có thể là GZO, AZO, IZO, MZO hoặc ITO.

Độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể được xác định bằng việc xác định điện trở tấm mong muốn đầu tiên. Ngay khi điện trở tấm được xác định, người ta có thể xác định độ dày kết hợp của cả hai màng oxit dẫn điện trong suốt 114, 115. Điện trở tấm có thể ít nhất là $8 \Omega/\square$, ít nhất là $10 \Omega/\square$, hoặc ít nhất là

$\Omega/\square$; và có thể nhiều nhất là 25 $\Omega/\square$, nhiều nhất là 20 $\Omega/\square$ hoặc nhiều nhất là 18 $\Omega/\square$. Để thu được các giá trị đó, độ dày kết hợp của lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể ít nhất là 75 nm, ít nhất 90 nm, ít nhất 100 nm; ít nhất 175 nm; ít nhất 180 nm; ít nhất 190 nm; ít nhất 200 nm; ít nhất 205 nm; ít nhất 225 nm; hoặc ít nhất 360 nm. Do lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 tác động đến màu của lớp nền được phủ, quan trọng phải giảm thiểu độ dày kết hợp của màng oxit dẫn điện trong suốt 114, 115. Để đạt được kết quả này, độ dày kết hợp của màng oxit dẫn điện trong suốt 114, 115 có thể nhiều nhất là 800 nm; nhiều nhất là 700 nm; nhiều nhất là 360 nm; ít nhất là 350 nm, nhiều nhất là 300 nm, nhiều nhất là 275 nm, nhiều nhất là 250 nm, nhiều nhất là 225 nm; nhiều nhất là 205 nm; nhiều nhất là 200 nm; nhiều nhất là 190 nm; nhiều nhất là 180 nm hoặc nhiều nhất là 175 nm.

Người ta cũng xác định vị trí của màng nhúng 24, 124 trong oxit dẫn điện trong suốt. Trong quá trình đó, người ta cân nhắc liệu người ta có muốn tăng hay giảm độ truyền (xem Fig. 13 (b)). Màng oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất 114 có thể dày hơn, mỏng hơn hoặc có độ dày tương đương với màng oxit dẫn điện thứ hai 115.

Vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất cho màng lót thứ nhất 20, vật liệu chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất cho màng thứ hai 22 và vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai cho màng nhúng 24, 124 được xác định. Không bắt buộc lớp bảo vệ 16 có thể được xác định với độ dày đã xác định cho mỗi màng bảo vệ 60, 62 và/hoặc 64. Màu mong muốn được xác định. Các tham số đó được nhập vào công cụ thiết kế quang học, chẳng hạn như FILM STAR và độ dày cho màng lót thứ nhất 20 và màng lót 22 và màng nhúng 124 được xác định.

Chồng lớp phủ có lớp lót 12, lớp oxit dẫn điện trong suốt 14, màng nhúng 24, 124 và lớp bảo vệ 16 tùy chọn được áp trên lớp nền ở độ dày đã xác định. Độ

dày của màng lót 20, 22 và màng nhúng 24,124 điều chỉnh màu của vật phẩm 2 thành màu mong muốn.

Fig. 4a và 4b minh họa một vật phẩm mẫu 2 khác mà gồm lớp nền 10, lớp lót 12 trên lớp nền 10, lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 trên lớp lót 12 và lớp bảo vệ 16 trên lớp oxit dẫn điện trong suốt 14. Lớp nền 10, lớp lót 12, và lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể là bất kỳ lớp nền hoặc lớp lót nào được đề cập ở đây. Lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể được chia bởi màng nhúng 24,124 mà được đề cập ở đây.

Lớp bảo vệ 16 nằm trên lớp oxit dẫn điện trong suốt 14, hoặc tùy chọn tiếp xúc trực tiếp với lớp oxit dẫn điện trong suốt 14. Nó có thể gồm ít nhất hai màng bảo vệ 60, 62 hoặc ít nhất ba màng bảo vệ 60, 62, 64.

Fig. 4a thể hiện một ví dụ về vật phẩm có lớp bảo vệ mà có hai màng bảo vệ 60, 62. Màng bảo vệ thứ nhất 60 được đặt trên lớp oxit dẫn điện trong suốt 14, và gần với lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 hơn màng bảo vệ thứ hai 62. Màng bảo vệ thứ hai 62 là màng ngoài cùng trong lớp phủ 18 trên vật phẩm được phủ bề mặt.

Màng bảo vệ thứ nhất 60 có thể chứa nhôm oxit, silic oxit, titan oxit, ziricon oxit, oxit thiếc hoặc hỗn hợp của chúng. Ví dụ, màng bảo vệ thứ nhất có thể chứa hỗn hợp silic oxit và nhôm oxit. Trong một ví dụ khác, màng bảo vệ thứ nhất 60 có thể chứa kẽm stanat. Trong một ví dụ khác, màng bảo vệ thứ nhất 60 có thể chứa ziricon oxit.

Màng bảo vệ thứ hai 62 gồm hỗn hợp titan oxit và nhôm oxit. Màng bảo vệ thứ hai 62 là màng cuối cùng trong lớp phủ 18 được áp trên lớp nền 10.

Màng bảo vệ thứ hai 62 bao gồm 40-60% nhôm oxit theo trọng lượng và 60-40 % titan oxit theo trọng lượng; 45-55% nhôm oxit theo trọng lượng, và 55-45% titan oxit theo trọng lượng; 48-52% nhôm oxit, theo trọng lượng và 52-48% titan

oxit theo trọng lượng; 49-51% nhôm oxit theo trọng lượng, và 51-49% titan oxit theo trọng lượng; hoặc 50% nhôm oxit theo trọng lượng và 50% titan oxit theo trọng lượng.

Như được thể hiện trong Fig. 4b, lớp bảo vệ 16 có thể tiếp đó gồm màng bảo vệ thứ ba 64 nằm giữa màng bảo vệ thứ nhất 60 và màng bảo vệ thứ hai 62. Màng bảo vệ thứ ba 64 có thể gồm nhôm oxit, silic oxit, titan oxit, ziricon oxit, oxit thiếc hoặc hỗn hợp của chúng. Ví dụ, màng bảo vệ thứ ba 64 có thể gồm hỗn hợp silic oxit và nhôm oxit. Trong một ví dụ khác, màng bảo vệ thứ ba 64 chứa kẽm stanat. Trong một ví dụ khác, màng bảo vệ thứ ba 64 gồm ziricon oxit.

Vật phẩm mẫu khác được minh họa trong Fig. 5 a và b, gồm lớp nền 10, lớp phủ chức năng 112 và lớp bảo vệ 16. Lớp nền trong phương pháp này có thể là thủy tinh, nhựa hoặc kim loại.

Lớp phủ chức năng 112 có thể là bất kỳ lớp phủ chức năng nào. Ví dụ, nó có thể gồm nhiều màng điện môi hoặc nhiều màng kim loại. Lớp phủ chức năng có thể gồm lớp lót 12 được mô tả tại đây và/hoặc lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 mà được mô tả ở đây. Lớp bảo vệ 16 có thể là màng bảo vệ thứ nhất 60 và màng bảo vệ thứ hai 62 như được mô tả ở đây. Trong trường hợp này, màng bảo vệ thứ hai 62 là màng ngoài cùng, và bao gồm nhôm oxit và titan oxit.

Lớp bảo vệ có thể có tổng độ dày ít nhất là 20 nm, 40 nm, 60 nm hoặc 80 nm, 100 nm hoặc 120 nm; và nhiều nhất là 275 nm, 255 nm, 240 nm, 170 nm, 150 nm, 125 nm hoặc 100 nm. Màng bảo vệ thứ nhất có thể có độ dày ít nhất 10 nm, ít nhất 15 nm ít nhất 27 nm, ít nhất 35 nm, ít nhất 40 nm, ít nhất 54 nm, ít nhất 72 nm; và nhiều nhất là 85 nm, 70 nm, 60 nm 50 nm, 45 nm, 30 nm. Các màng bảo vệ thứ hai có thể có độ dày tối thiểu 10 nm, ít nhất là 15 nm ít nhất 27 nm, ít nhất là 35 nm, ít nhất là 40 nm, ít nhất là 54 nm, ít nhất là 72 nm; và nhiều nhất là 85

nm, 70 nm, 60 nm 50 nm, 45 nm, 30 nm. Màng bảo vệ thứ ba tùy chọn có thể có độ dày ít nhất 10 nm, ít nhất 15 nm, ít nhất 27 nm, ít nhất 35 nm, ít nhất 40 nm, ít nhất 54 nm, ít nhất 72 nm; và nhiều nhất là 85 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 45 nm, 30 nm. Ví dụ, lớp bảo vệ có thể có độ dày được liệt kê trong Bảng 1 bên dưới. Trong phương án, màng bảo vệ thứ nhất có độ dày ít nhất 20 nm hoặc ít nhất 30 nm; và nhiều nhất là 60 nm hoặc nhiều nhất là 50 nm. Màng bảo vệ thứ hai có độ dày ít nhất 15 nm, hoặc ít nhất 20 nm; và nhiều nhất là 50 nm hoặc nhiều nhất là 40 nm. Lớp bảo vệ thứ ba tùy chọn có độ dày ít nhất 5 nm, hoặc ít nhất 10 nm; và nhiều nhất là 30 nm hoặc nhiều nhất là 20 nm. Lớp bảo vệ thứ ba tùy chọn có thể được định vị giữa màng bảo vệ thứ nhất và lớp chức năng, hoặc giữa màng bảo vệ thứ nhất và màng bảo vệ thứ hai.

Bảng 1: Độ dày mẫu cho lớp bảo vệ

Màng bảo vệ thứ nhất	Màng bảo vệ thứ ba tùy chọn	Màng bảo vệ thứ hai
27 nm	--	33 nm
27 nm	--	50 nm
27 nm	--	68 nm
27 nm	--	85 nm
54 nm	--	33 nm
54 nm	--	50 nm
54 nm	--	68 nm
54 nm	--	85 nm
72 nm	--	33 nm
72 nm	--	50 nm
72 nm	--	68 nm
72 nm	--	85 nm
50 nm	--	50 nm
50 nm	--	70 nm
50 nm	--	85 nm

70 nm	--	50 nm
70 nm	--	70 nm
70 nm	--	85 nm
20 nm	--	20 nm
20 nm	--	30 nm
20 nm	--	40 nm
30 nm	--	20 nm
30 nm	--	30 nm
30 nm	--	40 nm
40 nm	--	20 nm
40 nm	--	30 nm
40 nm	--	40 nm
50 nm	15 nm	50 nm
50 nm	15 nm	70 nm
50 nm	15 nm	85 nm
70 nm	15 nm	50 nm
70 nm	15 nm	70 nm
70 nm	15 nm	85 nm
15 nm	50 nm	50 nm
15 nm	50 nm	70 nm
15 nm	50 nm	85 nm
15 nm	70 nm	50 nm
15 nm	70 nm	70 nm
15 nm	70 nm	85 nm

Lớp phủ chức năng 112 có thể là lớp phủ chức năng đơn màng hoặc có thể là lớp phủ chức năng đa màng mà gồm một hoặc nhiều lớp điện môi và/hoặc một hoặc nhiều lớp phản xạ tia hồng ngoại.

Ví dụ, lớp phủ chức năng 112 có thể, ví dụ, là lớp phủ kiểm soát năng lượng mặt trời. Thuật ngữ “lớp phủ kiểm soát năng lượng mặt trời” dùng để chỉ lớp phủ gồm một hoặc nhiều lớp hoặc màng mà có ảnh hưởng đến các đặc tính năng lượng

mặt trời của vật phẩm được phủ bề mặt, chẳng hạn như, nhưng không giới hạn, lượng bức xạ mặt trời, ví dụ, khả kiến, hồng ngoại hoặc bức xạ tia cực tím, phản xạ từ, được hấp thụ, hoặc đi qua vật phẩm được phủ bề mặt; hệ số che nắng; độ phát xạ, v.v... Lớp phủ kiểm soát năng lượng mặt trời có thể chặn, hấp thụ hoặc lọc các phần được chọn của phổ mặt trời, chẳng hạn như, nhưng không giới hạn ở các phổ IR, UV và/hoặc phổ khả kiến.

Lớp phủ chức năng 112 có thể, ví dụ, gồm một hoặc nhiều màng điện môi. Màng điện môi có thể gồm một vật liệu chống phản chiếu, bao gồm, nhưng không giới hạn, oxit kim loại, oxit của các hợp kim kim loại, nitrit, oxy-nitrit, hoặc hỗn hợp của chúng. Màng điện môi có thể trong suốt dưới ánh sáng khả kiến. Các ví dụ về các oxit kim loại phù hợp cho màng điện môi bao gồm các titan oxit, hafni, ziricon oxit, niobi, kẽm, bismut, chì, indi, thiếc và hỗn hợp của chúng. Các oxit kim loại này có thể có lượng nhỏ các vật liệu khác, chẳng hạn như mangan trong oxit bismut, thiếc trong oxit indi, v.v. Ngoài ra, các oxit của hợp kim kim loại hoặc hỗn hợp kim loại có thể được sử dụng, chẳng hạn như các oxit chứa kẽm và thiếc (ví dụ: kẽm stanat, mà được định nghĩa sau đây), các oxit của hợp kim indi-thiếc, silic nitrit, silic nhôm nitrit hoặc nhôm nitrit. Ngoài ra, các oxit kim loại pha tạp có thể được sử dụng, chẳng hạn như oxit thiếc pha tạp antimon hoặc indi hoặc oxit silic pha tạp niken hoặc bo. Màng điện môi có thể là màng đơn pha, chẳng hạn như màng oxit hợp kim kim loại, ví dụ, kẽm stanat, hoặc có thể là hỗn hợp của các pha chứa kẽm và oxit thiếc hoặc có thể gồm nhiều màng.

Lớp phủ chức năng 112 có thể gồm màng phản xạ bức xạ. Màng phản xạ bức xạ có thể bao gồm kim loại phản xạ, chẳng hạn như, nhưng không giới hạn, vàng kim loại, đồng, paladi, nhôm, bạc, hoặc hỗn hợp của chúng. Trong phương án, màng phản xạ bức xạ gồm lớp bạc kim loại.

Trong phương án, lớp phủ chức năng gồm lớp điện môi thứ nhất 120 ở trên lớp nền 10, lớp điện môi thứ hai 122 ở trên lớp điện môi thứ nhất 120, và lớp kim loại 126 ở giữa lớp điện môi thứ nhất và lớp điện môi thứ hai 120 (xem Fig. 7) hoặc ở trên lớp điện môi thứ hai 122 (xem Fig. 6a). Lớp phủ bảo vệ 16 được đặt trên lớp kim loại 126 (xem Fig. 6b). Tùy chọn, lớp lót 128 có thể được áp giữa màng kim loại và lớp điện môi thứ nhất (xem Fig. 6c) hoặc lớp điện môi thứ hai (xem Fig. 6d).

Màng điện môi 120 và 122 có thể trong suốt dưới ánh sáng khả kiến. Các ví dụ về các oxit kim loại phù hợp cho màng điện môi 120 và 122 bao gồm titan oxit, hafni, ziricon oxit, niobi, kẽm, bismut, chì, indi, thiếc và hỗn hợp của chúng. Những oxit kim loại này có thể có một lượng nhỏ các vật liệu khác, chẳng hạn như mangan trong oxit bismut, thiếc trong oxit indi, v.v. Ngoài ra, có thể sử dụng oxit của hợp kim kim loại hoặc hỗn hợp kim loại, chẳng hạn như các oxit chứa kẽm và thiếc (ví dụ: kẽm stanat, được định nghĩa trên đây), các oxit của hợp kim thiếc indi, silic nitrit, silic nhôm nitrit, hoặc nhôm nitrit. Tiếp đó, oxit kim loại pha tạp có thể được sử dụng, chẳng hạn như oxit thiếc pha tạp antimon hoặc indi hoặc oxit silic pha tạp niken hoặc bo. Các màng điện môi 120 và 122 có thể là màng đơn pha, chẳng hạn như màng oxit hợp kim kim loại, ví dụ, kẽm stanta, hoặc có thể là hỗn hợp của các pha gồm kẽm và oxit thiếc. Màng điện môi 120 và 122 có thể có độ dày kết hợp trong khoảng từ 100 Å đến 600 Å, chẳng hạn như 200 Å đến 500 Å, chẳng hạn như 250 Å đến 350 Å.

Màng kim loại 126 có thể được chọn từ nhóm bao gồm vàng kim loại, đồng, paladi, nhôm, bạc và các hợp kim của chúng. Ví dụ, màng kim loại 126 có thể là bạc.

Lớp lót tùy chọn 128 có thể là màng đơn hoặc màng đa. Ví dụ, lớp lót 128 có thể gồm vật liệu giữ oxy mà có thể được sử dụng trong quá trình chống để ngăn chặn sự suy giảm hoặc quá trình oxy hóa của màng kim loại 126 trong quá trình phun xạ hoặc các quá trình gia nhiệt sau này. Lớp lót 128 cũng có thể hấp thụ ít nhất một phần bức xạ điện từ, chẳng hạn như ánh sáng khả kiến, đi qua lớp phủ. Các ví dụ của vật liệu hữu ích cho lớp lót 128 bao gồm titan, silic, silic đioxit, silic nitrit, silic oxy-nitrit, hợp kim niken-crom (như Inconel), zircon, nhôm, hợp kim silic và nhôm, hợp kim có chứa coban và crom (ví dụ, Stellite®) và hỗn hợp của chúng. Ví dụ, lớp lót 148 có thể là titan.

Lớp bảo vệ 16 có thể gồm màng bảo vệ thứ nhất 60 và màng bảo vệ thứ hai 62; hoặc màng bảo vệ thứ nhất 60 (xem Fig. 5a và 6a-d), màng bảo vệ thứ hai 62 và màng bảo vệ thứ ba 64 (xem Fig. 5b và 6e-h).

Trong phương pháp chế tạo vật phẩm được phủ bề mặt, lớp lót 12 được áp trên lớp nền 10, và lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 được áp trên lớp lót 12. Lớp sơn lót 12 có thể được áp trên lớp nền 10 và lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 có thể được áp trên ít nhất một phần của lớp sơn lót 12; hoặc lớp nền 10 mà có lớp sơn lót 12 và lớp oxit dẫn điện trong suốt 14 trên đó có thể được tạo ra. Lớp bảo vệ 16 được áp trên ít nhất một phần của oxit dẫn điện trong suốt. Lớp bảo vệ 16 này được áp bằng việc áp màng bảo vệ thứ nhất 60 đầu tiên trên oxit dẫn điện trong suốt, và sau đó áp màng bảo vệ thứ hai 62 trên màng bảo vệ thứ nhất 60. Tùy chọn, màng bảo vệ thứ ba 64 có thể được áp trên màng bảo vệ thứ nhất 60, và màng bảo vệ thứ hai 62 có thể được áp trên màng bảo vệ thứ ba 64.

Trong phương pháp chế tạo vật phẩm được phủ bề mặt, lớp phủ chức năng 112 được áp trên lớp nền 10. Lớp phủ chức năng 112 có thể được áp trên lớp nền 10, hoặc lớp nền mà có lớp phủ chức năng 112 có thể được tạo ra. Lớp bảo vệ 16

được áp trên lớp phủ chức năng 112. Lớp bảo vệ 16 này được áp bằng việc áp màng bảo vệ thứ nhất 60 đầu tiên trên oxit dẫn điện trong suốt, và sau đó áp màng bảo vệ thứ hai 62 trên màng bảo vệ thứ nhất 60. Tùy chọn, màng bảo vệ thứ ba 64 có thể được áp trên màng bảo vệ thứ nhất 60 và màng bảo vệ thứ hai 62 có thể được áp trên màng bảo vệ thứ ba 64.

Một phương pháp mẫu khác của sáng chế là phương pháp tăng điện trở tấm của vật phẩm được phủ bề mặt. Vật phẩm được phủ bề mặt được tạo ra. Vật phẩm được phủ bề mặt có lớp oxit dẫn điện trong suốt và ít nhất trên một phần của lớp nền. Vật phẩm được phủ bề mặt được xử lý bằng quá trình hậu chồng lớp.

Quá trình hậu chồng lớp có thể tôi vật phẩm được phủ bề mặt, ram bằng chớp sáng bề mặt của lớp oxit dẫn điện trong suốt, hoặc truyền dòng điện Eddy qua lớp oxit dẫn điện trong suốt.

Việc tôi vật phẩm được phủ bề mặt được thực hiện bằng cách gia nhiệt toàn bộ vật phẩm để bề mặt của lớp oxit dẫn điện trong suốt đạt tới trên 380°F, ít nhất là 435°F, hoặc ít nhất là 635°F trong vòng ít nhất 5, 10, 15, 20, 25 hoặc 30 giây và nhiều nhất là 120, 90, 60, 55, 50, 45, 40, 35 hoặc 30 giây. Lớp oxit dẫn điện trong suốt không nên được gia nhiệt đến hơn 635°F hoặc 806°F. Sau khi vật phẩm được phủ được gia nhiệt, nó được làm lạnh nhanh đến nhiệt độ bình thường ở một tỷ lệ cụ thể.

Vật phẩm được phủ bề mặt có thể được ram bằng chớp sáng để tăng điện trở tấm. Điều này được thực hiện bằng cách sử dụng đèn chớp sáng để gia nhiệt bề mặt của vật phẩm được phủ bề mặt. Bề mặt mà được gia nhiệt là bề mặt mà trên đó lớp oxit dẫn điện trong suốt nằm. Bề mặt được gia nhiệt đến nhiệt độ trên 380°F, ít nhất là 435°F hoặc ít nhất 635°F trong ít nhất 5, 10, 15, 20, 25 hoặc 30 giây, và nhiều nhất là 120, 90, 60, 50, 55, 45, 40, 35 hoặc 30 giây. Bề mặt phải

được gia nhiệt đến không quá 968°F, không quá 878°F, không quá 806°F hoặc không quá 635°F. Sau khi bề mặt được gia nhiệt, nó được làm lạnh đến nhiệt độ bình thường.

Truyền dòng điện Eddy qua oxit dẫn điện trong suốt (TCO) có thể được thực hiện bằng cách đặt lớp oxit dẫn điện trong suốt vào từ trường thay đổi. Ví dụ, từ trường có thể được áp trên lớp nền mà được phủ bằng TCO. TCO đối diện với từ trường. Dòng điện Eddy được truyền qua lớp oxit dẫn điện trong suốt.

Một phương pháp mẫu khác là phương pháp giảm điện trở tấm của vật phẩm được phủ bề mặt. Lớp nền được tạo ra. Lớp nền trong phương pháp này có thể là thủy tinh, nhựa hoặc kim loại. Không bắt buộc, lớp nền được phủ bởi lớp lót. Lớp lót có thể gồm một màng, hai màng hoặc nhiều hơn. Lớp nền được phủ lớp oxit dẫn điện trong suốt bằng việc áp lớp oxit dẫn điện trong suốt trên ít nhất một phần của lớp nền hoặc lớp lót. Tùy chọn, màng nhúng được áp trong lớp oxit dẫn điện trong suốt. Bước tùy chọn này được thực hiện bằng cách áp phần thứ nhất của lớp oxit dẫn điện trong suốt, áp màng nhúng trên ít nhất một phần của lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất, và áp phần thứ hai của lớp oxit dẫn điện trong suốt trên ít nhất một phần của lớp nhúng. Vật phẩm được phủ được xử lý bằng một trong những quá trình sau lắng đọng được mô tả ở trên.

Tùy chọn, phương pháp này có thể gồm tiếp đó việc áp lớp bảo vệ, như được mô tả ở đây, trên ít nhất một phần của lớp oxit dẫn điện trong suốt. Lớp bảo vệ có thể có hai màng bảo vệ hoặc ba màng bảo vệ.

Bằng việc xử lý vật phẩm bằng quá trình hậu chồng lớp, điện trở tấm của vật phẩm giảm xuống nhỏ hơn 25 $\Omega/\square$, nhỏ hơn 20 $\Omega/\square$, nhỏ hơn 18 $\Omega/\square$, nhỏ hơn 16 $\Omega/\square$, hoặc nhỏ hơn 15 $\Omega/\square$. Điều này đặc biệt hữu ích để giảm độ dày của TCO. Ví dụ, AZO có thể có độ dày nhỏ hơn 400 nm, hoặc 320 nm và lớn hơn 160 nm.

AZO nên có độ dày nhỏ hơn 344 nm và lớn hơn 172 nm. ITO nên có độ dày nhỏ hơn 275 nm hoặc 175 nm; và lớn hơn 95 nm.

Một phương án mẫu là phương pháp tạo ra vật phẩm thủy tinh được phủ bề mặt trong đó lớp nền thủy tinh được cung cấp. Lớp sơn lót được áp trên lớp nền thủy tinh, tốt hơn là bằng việc hoặc quá trình chồng chân không phún xạ magnetron, một số quá trình khác mà không sử dụng bức xạ nhiệt hoặc lớp phủ được áp trên bề mặt ở nhiệt độ phòng. Tốt hơn là lớp sơn lót gồm hai màng mà trong đó màng thứ nhất chứa oxit kẽm và oxit thiếc và màng thứ hai chứa silic oxit và titan oxit. Oxit dẫn điện trong suốt được áp trên lớp sơn lót, tốt hơn là bằng việc hoặc quá trình chồng chân không phún xạ magnetron, một số quá trình khác mà không sử dụng bức xạ nhiệt hoặc oxit dẫn điện trong suốt được áp trong lớp phủ ở nhiệt độ phòng. Tốt hơn là oxit dẫn điện trong suốt là oxit indi pha tạp thiếc. Lớp bảo vệ tùy chọn được áp trên oxit dẫn điện trong suốt, tốt hơn là bằng quá trình chồng chân không phún xạ magnetron, một số quá trình khác mà không sử dụng bức xạ nhiệt hoặc lớp bảo vệ tùy chọn được áp trên oxit dẫn điện trong suốt ở nhiệt độ phòng. Độ hấp thụ của oxit dẫn điện trong suốt không lớn hơn 0,2 và/hoặc ít nhất là cao bằng 0,05.

Trong phương án mẫu, vật phẩm là cửa tủ lạnh. Cửa tủ lạnh được xử lý bằng quá trình hậu chồng lớp trước khi lắp ráp, nhưng ngay sau khi kim loại cho mặt ngoài của cửa được phủ. Thông thường, cửa tủ lạnh được gia nhiệt để cho phép bề cong vật phẩm được phủ bề mặt thành hình dạng đó mà phù hợp với cánh cửa. Quá trình gia nhiệt này sẽ kết tinh oxit dẫn điện trong suốt, và làm giảm điện trở tấm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Lớp nền thủy tinh được phủ bởi lớp lót, và lớp oxit dẫn điện trong suốt. Lớp lót có màng lót thứ nhất và màng lót thứ hai. Màng lót thứ nhất là kẽm stanat trên lớp nền thủy tinh, và màng lót thứ hai là hợp kim silic oxit-nhôm oxit mà có 85% silic oxit theo trọng lượng và 15% nhôm oxit theo trọng lượng trên màng lót thứ nhất. Lớp oxit dẫn điện trong suốt trên màng lót thứ hai là lớp oxit indi pha tạp thiếc (ITO).

Để cải thiện độ dẫn điện của vật phẩm được phủ bề mặt, toàn bộ vật phẩm được đặt vào lò nung và nhiệt độ của lớp oxit dẫn điện trong suốt được đo (xem Fig. 7).

Các mẫu sau đây được thử nghiệm để thiết lập độ dẫn điện được cải thiện cho từng độ dày của ITO.

Mẫu	Độ dày ITO (nm)	Nhiệt độ bề mặt ITO. (°F)	Điện trở tấm ($\Omega/\square$)
1	96,8	Không ram bằng chớp sáng	68,4
2	96,8	435	23,6
3	96,8	635	24,8
4	96,8	806	21,8
5	96,8	878	21,2
6	96,8	968	20,2
7	105,2	Không ram bằng chớp sáng	67,2
8	105,2	435	23
9	105,2	635	23,6
10	105,2	806	21,2
11	105,2	878	20,6
12	105,2	968	19,6
13	111,6	Không ram bằng chớp sáng	67,2
14	111,6	435	21,8
15	111,6	635	23,6

16	111,6	806	20,6
17	111,6	878	20
18	111,6	968	19
19	114,9	Không ram bằng chớp sáng	67,2
20	114,9	435	21,2
21	114,9	635	22,4
22	114,9	806	18,9
23	114,9	878	18,9
24	114,9	968	17,9
25	127,9	Không ram bằng chớp sáng	61,3
26	127,9	435	18,9
27	127,9	635	20
28	127,9	806	17,7
29	127,9	878	17,1
30	127,9	968	14,9
31	133,1	Không ram bằng chớp sáng	60,2
32	133,1	435	17,7
33	133,1	635	19,5
34	133,1	806	17,1
35	133,1	878	15,9
36	133,1	968	14,3
37	147,9	Không ram bằng chớp sáng	58,4
38	147,9	435	17,7
39	147,9	635	18,9
40	147,9	806	16,5
41	147,9	878	15,3
42	147,9	968	13,1
43	160,3	Không ram bằng chớp sáng	56,6
44	160,3	435	16,5
45	160,3	635	18,3
46	160,3	806	15,3
47	160,3	878	14,1

48	160,3	968	13,1
49	170,8	Không ram bằng chớp sáng	54,3
50	170,8	435	15,3
51	170,8	635	16,5
52	170,8	806	14,1
53	170,8	878	14,1
54	170,8	968	12

Như có thể quan sát trong Fig. 7, gia nhiệt hậu chong lớp của ITO, bất kể độ dày, đã giảm điện trở tấm từ khoảng 55-70 $\Omega/\square$ xuống còn khoảng 10-25 $\Omega/\square$. Khi độ dày ITO ít nhất là hơn 96,8 nm, điện trở tấm là ít hơn 25 $\Omega/\square$ bất kể nhiệt độ gia nhiệt. Khi độ dày ITO ít nhất là 109,2 nm, điện trở tấm là ít hơn 20 $\Omega/\square$ nếu bề mặt ITO đạt tới 968°F. Ở khoảng 127,9 nm, ITO có điện trở tấm dưới 20 $\Omega/\square$ khi được nung ở bất kỳ nhiệt độ nào. Sự cải thiện trong điện trở tấm là không được dự đoán từ trước. Các kết quả tương tự cũng thu được với các oxit dẫn điện trong suốt khác, thể hiện rằng nhiệt độ, bất kể oxit dẫn điện trong suốt, phải trên 380°F, ít nhất là 435°F, hoặc không quá 806°F.

Như được thể hiện trong Fig. 8a-c, gia nhiệt hậu chong lớp làm tăng độ kết tinh của lớp ITO. Các mẫu mà được thử nghiệm được liệt kê trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2: Các mẫu cho Ví dụ 1

Mẫu	ID mẫu	Mô tả
A	Không được phủ trong suốt	Kính trong suốt không được phủ
B	PC-4042	Kính trong suốt được phủ ITO ở 168,7nm
C	PC-4042-40 AH	PC-4042 sau gia nhiệt
D	PC-4045	Kính trong suốt được phủ ITO ở 141,7nm
E	PC-4045-30 AH	PC-4045 sau gia nhiệt

F	PC-4046	Kính trong suốt được phủ ITO ở 129,4nm
G	PC-4046-30 AH	PC-4046 sau gia nhiệt

Bằng cách tập trung vào nhiệt độ bề mặt tối thiểu cần để tăng sự hình thành tinh thể của ITO, đạt được lợi ích rất lớn bằng việc bảo toàn năng lượng.

Ví dụ 2

Lớp nền thủy tinh được phủ lớp oxit dẫn điện trong suốt. Oxit dẫn điện trong suốt là oxit kẽm pha tạp gali (GZO). Một vài mẫu với độ dày GZO khác nhau đã được chuẩn bị và điện trở tấm được đo cho các mẫu để so sánh tác động của quá trình xử lý hậu chồng lớp với điện trở tấm GZO như được chồng. Quá trình hậu chồng lớp là việc đặt vật phẩm được phủ bề mặt trong lò nung. Điện trở tấm của từng mẫu được kiểm tra trước và sau khi ram bằng chớp sáng, và kết quả được thể hiện trong Fig. 9. Độ dày và điện trở tấm cho các thử nghiệm mẫu được liệt kê trong Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3: Các mẫu từ Ví dụ 2

Mẫu	Độ dày GZO (nm)	Điện trở tấm (như được chồng)	Điện trở tấm (đã ram bằng chớp sáng)
1	160	84,4	36,6
2	320	35,6	12,7
3	400	26,9	9,6
4	480	21,8	7,8
5	640	16,2	5,3
6	800	12	4,2
7	960	7,6	2,7

Như được thể hiện trong Fig. 9, ram bằng chớp sáng hậu chồng lớp của GZO đã cải thiện điện trở tấm cho tất cả các độ dày được thử nghiệm. Sự cải thiện là

đáng kể nhất khi GZO dày khoảng 320-480 nm. Khi lớp GZO có độ dày xấp xỉ 320 nm, lớp GZO “như đã chồng” cung cấp điện trở tấm là $35,6 \Omega/\square$ trong khi sau xử lý nhiệt, điện trở tấm là $12,7 \Omega/\square$. Điều này rất quan trọng bởi ở độ dày này, việc ram bằng chớp sáng đã làm giảm điện trở tấm xuống phạm vi chấp nhận được trong khi không có ram bằng chớp sáng, điện trở tấm cao đến mức không chấp nhận được.

Kết quả tương tự được quan sát khi GZO dày 480 nm. Điện trở tấm của mẫu GZO “như đã chồng” là khoảng $21,8 \Omega/\square$, trong khi mẫu được xử lý nhiệt là $7,8 \Omega/\square$.

Sự khác biệt về điện trở tấm được giảm khi ở độ dày rất lớn của GZO. Ví dụ, ở khoảng 950 nm, mẫu GZO “như đã chồng” có mức điện trở tấm khoảng $8 \Omega/\square$ trong khi mẫu được ram bằng chớp sáng có điện trở tấm xấp xỉ $5 \Omega/\square$. Trong trường hợp này, cả hai mẫu đều có điện trở tấm thấp tương xứng.

Do đó, như được thể hiện trong Fig. 9, đối với các mẫu với GZO là oxit dẫn điện trong suốt, độ dày mà cung cấp sự khác biệt lớn nhất và đáng kể nhất về điện trở của tấm là khi lớp GZO dày ít nhất 300 nm, và nhiều nhất là 500 nm.

Xử lý nhiệt làm giảm độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt mà cần để đạt được điện trở tấm chấp nhận được. Nếu không có bất kỳ xử lý hậu chồng lớp nào, GZO phải được áp cho ít nhất 550 nm trước khi điện trở tấm nhỏ hơn $20 \Omega/\square$. Việc gia nhiệt cho phép người ta áp các lớp GZO mỏng hơn. Điều này không chỉ làm giảm chi phí để tạo ra vật phẩm được phủ bề mặt phù hợp, mà còn làm giảm

tác động của GZO đối với đặc tính quang học và màu sắc của vật phẩm được phủ bề mặt.

Điều này thật ngạc nhiên khi phát hiện, và đề xuất một cách tiếp cận hiệu quả về chi phí để cải thiện điện trở tấm của các lớp oxit dẫn điện trong suốt mỏng hơn.

Ví dụ 3

Lớp nền thủy tinh được phủ lớp oxit kẽm trong suốt pha tạp nhôm (AZO). Một số mẫu có độ dày AZO khác nhau đã được chuẩn bị và điện trở của tấm được đo cho các mẫu để so sánh tác động của quá trình xử lý hậu chong lớp với điện trở của tấm AZO như được chong. Quá trình hậu lắng đọng là việc đặt các vật phẩm được phủ bề mặt trong lò nung. Điện trở tấm của từng mẫu được kiểm tra trước và sau khi ram bằng chớp sáng, và kết quả được thể hiện trong Fig. 10. Độ dày và điện trở tấm cho thử nghiệm mẫu được liệt kê trong Bảng 4 dưới đây.

Bảng 4: Các mẫu từ ví dụ 3

Mẫu	Độ dày AZO (nm)	Điện trở tấm (như được chong)	Điện trở tấm (ram bằng chớp sáng)
1	172	166	46,9
2	344	78,3	19,5
3	430	58,4	14,5
4	516	48,1	12,2
5	688	35,3	8,6
6	860	26,6	7,1
7	1032	17	3,9

Như được thể hiện trong Fig. 10, quá trình gia nhiệt hậu chồng lớp của AZO đã cải thiện điện trở tấm cho tất cả các độ dày được thử nghiệm. Sự cải thiện là đáng kể nhất khi AZO dày khoảng 344 đến 860 nm. Khi lớp AZO dày 344 nm, lớp AZO “như được chồng” cung cấp điện trở tấm khoảng $78,3 \Omega/\square$ trong khi sau xử lý nhiệt, điện trở tấm là $19,5 \Omega/\square$. Điều này rất quan trọng vì ở độ dày này, gia nhiệt làm giảm điện trở tấm xuống phạm vi chấp nhận được trong khi không gia nhiệt, điện trở của tấm cao không chấp nhận được.

Kết quả tương tự đã được quan sát khi AZO dày 860 nm. Điện trở tấm của mẫu AZO “như được chồng” là khoảng $26,6 \Omega/\square$ trong khi mẫu được xử lý nhiệt là khoảng $7,1 \Omega/\square$.

Sự khác biệt về điện trở của tấm được giảm xuống khi ở độ dày rất lớn của AZO. Ví dụ, ở khoảng 1050 nm, mẫu AZO “như được chồng” có điện trở tấm xấp xỉ $17 \Omega/\square$ trong khi mẫu được xử lý nhiệt có điện trở tấm là $3,9 \Omega/\square$. Trong trường hợp này, cả hai mẫu đều có điện trở tấm thấp tương xứng.

Do đó, như được thể hiện trong Fig. 10, cho các mẫu với AZO là oxit dẫn điện trong suốt, độ dày mà cung cấp sự khác biệt lớn nhất và đáng kể nhất trong điện trở tấm là khi lớp AZO dày ít nhất 344 nm, và nhiều nhất là 860 nm.

Gia nhiệt cũng làm giảm độ dày của lớp oxit dẫn điện trong suốt cần để đạt được điện trở tấm chấp nhận được. Nếu không có bất kỳ xử lý hậu chồng lớp nào, AZO phải được áp cho ít nhất 1032 nm trước khi điện trở tấm nhỏ hơn $20 \Omega/\square$. Gia nhiệt cho phép việc áp các lớp AZO mỏng hơn. Điều này không chỉ làm giảm chi phí để tạo ra vật phẩm được phủ bề mặt phù hợp, mà nó còn làm giảm tác

động của AZO đối với đặc tính quang học và màu sắc của vật phẩm được phủ bề mặt.

Điều này thật bất ngờ khi phát hiện, và đề xuất cách tiếp cận hiệu quả về chi phí để cải thiện điện trở tấm của các lớp oxit dẫn trong suốt mỏng hơn.

Ví dụ 4

Sử dụng FILM STAR, các độ dày khác nhau đã được thử nghiệm để xác định độ dày nào cung cấp màu trung tính hoặc chấp nhận được. Lớp nền thủy tinh được sử dụng có lớp lót và lớp oxit dẫn điện trong suốt. Lớp lót có màng thứ nhất và màng thứ hai. Màng lót thứ nhất là kẽm stannat trên lớp nền thủy tinh, và màng lót thứ hai là hợp kim silic oxit-oxit nhôm mà có 85% silic oxit theo trọng lượng và 15% nhôm oxit theo trọng lượng trên màng lót thứ nhất. Lớp oxit dẫn điện trong suốt trên màng lót thứ hai là lớp oxit indi pha tạp thiếc dày 170 nm (ITO).

Thứ nhất, điện trở tấm mong muốn được xác định. Trong ví dụ này, điện trở của tấm mong muốn nằm trong khoảng từ $10 \Omega/\square$ đến $15 \Omega/\square$. Để thu được điện trở tấm này, nó được xác định rằng lớp oxit dẫn điện trong suốt phải dày khoảng 170 nm.

Sử dụng FILM STAR, vật liệu và độ dày của thủy tinh và lớp oxit dẫn điện trong suốt được nhập vào. Tiếp theo, vật liệu cho màng lót thứ nhất và màng lót thứ hai được xác định. Trong ví dụ này, vật liệu màng lót thứ nhất là kẽm stannat và vật liệu màng lót thứ hai là hợp kim silic oxit-nhôm oxit mà có 85% silic oxit theo trọng lượng và 15% nhôm oxit theo trọng lượng. Các lớp phủ sau đây được phân tích bởi FILM STAR (xem Bảng 5 và Fig. 11). Độ dày của lớp lót thứ nhất

thứ nhất trong khoảng từ 8 nm đến 17 nm trong các mẫu, và độ dày của lớp lót lớp thứ hai trong khoảng từ 27 nm và 35 nm.

Bảng 5: Các mẫu của Ví dụ 4

Mẫu	Độ dày ZnSnO _x (nm)	Độ dày SiAlO _x (nm)	Độ dày ITO (nm)	Hệ số màu (a*, b*)
1	13	27	170	(-3,5, 1,6)
2	13	28	170	(-2,9, 1,1)
3	13	29	170	(-2,3,0,5)
4	13	30	170	(-1,8, -0,1)
5	13	31	170	(-1,2, -0,8)
6	13	32	170	(-0,7, -1,5)
7	13	33	170	(-0.1, -2.2)
8	13	34	170	(0,5, -2,9)
9	13	35	170	(1, -3,6)

Như được thể hiện trong Fig. 11, màu trung tính của hệ số màu a*, b* của -1, -1 đã thu được khi màng lót thứ nhất dày 13 nm và màng lót thứ hai dày 31 nm. Các màu có thể chấp nhận được trong đó hệ số màu a* nằm trong khoảng từ -3 đến 1, và b* nằm trong khoảng -3 đến 1 khi thu được khi màng lót thứ nhất có độ dày từ 11 nm đến 15 nm, và màng lót thứ hai dày trong khoảng từ 29 nm đến 33,5 nm.

Ví dụ 5

Sử dụng FILM STAR, độ dày khác nhau của lớp oxit dẫn điện trong suốt được thử nghiệm để xác định độ dày thích hợp cho lớp lót. Trong ví dụ này, các tham số FILM STAR gồm lớp nền thủy tinh được phủ với lớp lót mà có màng lót thứ nhất và màng lót thứ hai. Màng lót thứ nhất là kẽm stanat và màng lót thứ hai

là silic oxit. Lớp oxit dẫn điện trong suốt trên lớp màng thứ hai là lớp oxit indium pha tạp thiếc (ITO). Lớp bảo vệ silic oxit trên lớp ITO. Bảng 6 và Fig. 12 thể hiện các mẫu đã được thử nghiệm. Bảng 6 thể hiện các giá trị đã được nhập vào FILM STAR cho các lớp ITO và lớp SiO₂. Đầu ra cung cấp độ dày cho hai màng lót mà cung cấp màu -1, -1 (a*, b*).

Bảng 6: Các mẫu cho Ví dụ 5

Mẫu	ITO	SiO ₂
1	225nm	30nm
2	205nm	30nm
3	200nm	30nm
4	190nm	30nm
5	180nm	30nm
6	175nm	30nm
7	175nm	45nm
8	180nm	45nm
9	190nm	45nm
10	200nm	45nm
11	205nm	45nm
12	225nm	45nm

Các mẫu này thể hiện rằng khi màng lót thứ nhất nên dày ít nhất 10 nm và dày nhiều nhất là 15 nm và màng lót thứ hai nên dày ít nhất 28 nm và dày nhiều nhất là 36 nm để thu được màu khoảng -1, -1 (a*, b*) khi lớp oxit dẫn điện trong suốt này dày từ 175 nm đến 225 nm và lớp phủ bảo vệ dày 30 nm. Các mẫu cũng thể hiện rằng màng lót thứ nhất nên dày ít nhất 11 nm và dày nhiều nhất 14 nm, và màng lót thứ hai nên dày ít nhất 32 nm và dày nhiều nhất 38 nm để đạt được

màu tương ứng khi lớp oxit dẫn điện trong suốt dày từ 175 nm đến 225 nm, và lớp bảo vệ dày 45 nm.

Fig. 12 minh họa độ dày lý tưởng mà sẽ cho màu -1, -1. Trong khi -1, -1 được ưu tiên, các màu khác được chấp nhận, chẳng hạn như các màu bao quanh trong Fig. 11 (cụ thể là hệ số màu a^* giữa -3 và 1, và b^* giữa -3 và 1).

Ví dụ 6

Tác động của màng nhúng được thử nghiệm ở các độ sâu và độ dày khác nhau và được so sánh với lớp oxit dẫn điện trong suốt không có lớp nhúng. Lớp nền thủy tinh được phủ màng oxit dẫn điện trong suốt dưới cùng. Màng oxit dẫn điện trong suốt phía dưới được làm từ oxit indi pha tạp thiếc (ITO), và dày 120 nm, 180 nm hoặc 240 nm. Màng nhúng được áp trên lớp oxit dẫn điện trong suốt dưới cùng. Màng nhúng có độ dày 15 nm hoặc 30 nm và là màng kẽm stanat. Màng oxit dẫn điện trong suốt trên cùng được áp trên màng nhúng. Màng oxit dẫn điện trong suốt trên cùng là ITO, và dày 240 nm, 180 nm hoặc 120 nm. Độ dày kết hợp của màng oxit dẫn điện trong suốt dưới cùng và trên cùng là 360 nm. Để kiểm soát, oxit ITO được áp trên lớp nền ở độ dày 360 nm và nó không chứa màng nhúng. Điện trở tấm và độ truyền ở 550 nm được đo cho các mẫu. Các mẫu được liệt kê trong Bảng 7, dưới đây và trong Fig. 13.

Bảng 7: Các mẫu từ Ví dụ 6

Mẫu	ITO dưới cùng	Zn_2SnO_4	ITO trên cùng
A	120nm	15nm	240nm
B	120nm	30nm	240nm
C	180nm	15nm	180nm

D	180nm	30nm	180nm
E	240nm	15nm	240nm
F	240nm	30nm	240nm
G	360nm	N/A	N/A

Như được thể hiện trong Fig. 13a, các mẫu thử nghiệm A-F có sự cải thiện ít nhất 35% điện trở tấm như được so với đối chứng, mẫu G. Các mẫu A và B có sự cải thiện ít nhất 40% điện trở tấm so với mẫu G. Các mẫu C và D có sự cải thiện ít nhất 35% điện trở tấm so với mẫu G. Các mẫu E và F có sự cải thiện ít nhất 37% điện trở tấm so với mẫu G.

Dựa trên dữ liệu này, màng nhúng, bất kể vị trí hay độ dày của nó, làm giảm đáng kể điện trở tấm của lớp oxit dẫn điện trong suốt.

Như được hiển thị trong Fig. 13b, các mẫu E và F cung cấp sự gia tăng lớn nhất trong độ truyền. Sự cải thiện nhỏ hơn đã được quan sát trong các mẫu A và B. Do đó, bằng việc có sự khác biệt về độ dày giữa lớp oxit dẫn điện trong suốt trên cùng và dưới cùng, người ta có thể tăng lượng truyền ánh sáng. Hơn nữa, thật ngạc nhiên khi thấy rằng nếu lớp oxit dẫn điện trong suốt trên cùng mỏng hơn lớp oxit dẫn điện trong suốt dưới cùng, nhờ đó lớp nhúng này được đặt gần bề mặt trên cùng của lớp oxit dẫn điện trong suốt hơn là đáy của lớp oxit dẫn điện trong suốt, có sự gia tăng lớn hơn nhiều trong độ truyền. Ngược lại, nếu lớp oxit dẫn điện trong suốt trên cùng và dưới cùng xấp xỉ bằng nhau, có sự giảm không được dự đoán trong việc truyền ánh sáng.

Fig. 13c thể hiện rằng màng nhúng cũng tác động đến độ kết tinh của oxit dẫn điện trong suốt. Bằng việc có màng nhúng, người ta có thể thấy từ dữ liệu XRD này rằng độ kết tinh được cải thiện bất ngờ.

Ví dụ 7

Trong ví dụ này, các lớp bảo vệ đã được thử nghiệm. Các lớp bảo vệ được đặt trên lớp nền thủy tinh. Các vật phẩm được phủ bề mặt gồm oxit kẽm pha tạp nhôm oxit dẫn điện trong suốt giữa lớp nền và lớp bảo vệ. Không mong đợi rằng lớp lót, lớp chức năng hoặc lớp oxit dẫn điện trong suốt không làm ảnh hưởng đến kết quả quan sát được.

Lớp nền thủy tinh là các lớp bảo vệ khác nhau. Các mẫu 1-3 có lớp bảo vệ mà chứa màng đơn. Danh sách các mẫu này được cung cấp trong Bảng 8.

Bảng 8: Chồng lớp bảo vệ

Mẫu	Lớp bảo vệ
1	Không có
2	SiAlO
3	TiAlO
4	ZrO ₂

Các mẫu 5-11 có lớp bảo vệ gồm màng bảo vệ thứ nhất và màng bảo vệ thứ hai trên màng bảo vệ thứ nhất. Danh sách các mẫu này được cung cấp trong Bảng 9. Màng thứ nhất gần với lớp nền hơn màng thứ hai và màng thứ hai là màng ngoài cùng.

Bảng 9: Mẫu lớp bảo vệ với hai màng

Mẫu	Màng thứ nhất	Màng thứ hai
-----	---------------	--------------

5	TiAlO	SiAlO
6	SiAlO	TiAlO
7	SnZnO	TiAlO
8	SnZnO	SiAlO
9	TiAlO	ZrO ₂
10	SiAlO	ZrO ₂
11	SnZnO	ZrO ₂

Các mẫu 12-15 có lớp bảo vệ gồm ba màng. Danh sách các mẫu này được cung cấp trong Bảng 10. Màng thứ nhất gần với lớp nền hơn màng thứ hai hoặc thứ ba. Vì sự nhất quán với các hình vẽ và mô tả ở trên, màng bảo vệ thứ hai là màng ngoài cùng, và màng bảo vệ thứ ba được đặt giữa màng thứ nhất và màng thứ ba.

Bảng 10: Các lớp bảo vệ mẫu với ba màng

Mẫu	Màng thứ nhất	Màng thứ ba	Màng thứ hai
12	SnZnO	TiAlO	SiAlO
13	SnZnO	SiAlO	TiAlO
14	SnZnO	TiAlO	ZrO ₂
15	SnZnO	SiAlO	ZrO ₂
16	TiAlO	SiAlO	ZrO ₂
17	SiAlO	TiAlO	ZrO ₂
18	ZrO ₂	TiAlO	SiAlO
19	ZrO ₂	SiAlO	TiAlO
20	SiAlO	ZrO ₂	TiAlO
21	TiAlO	ZrO ₂	SiAlO

Độ bền của các mẫu này được kiểm tra bằng cách sử dụng thử nghiệm ASTM Cleveland Condensation. Như được thể hiện trong Fig. 14 và 15, lớp màng bảo

vệ có TiAlO như lớp ngoài cùng thực hiện tốt nhất. Những số liệu này thể hiện tốt nhất. Những số liệu này thể hiện dE_{cmc} cho các mẫu 1-15 được liệt kê trong Bảng 8-10.

Cụ thể, Fig. 14 thể hiện các mẫu mà có hai hoặc ba màng bảo vệ trong đó màng ngoài cùng là TiAlO có độ bền tốt hơn một cách bất ngờ. Cụ thể, các mẫu 6 (SiAlO/TiAlO), mẫu 7 (SnZn/TiAlO), và mẫu 13 (SnZn/SiAlO/TiAlO). Fig. 15 tiếp đó chứng minh rằng các lớp bảo vệ mà có titan oxit và nhôm oxit là lớp ngoài cùng mang lại độ bền cao hơn một cách không dự đoán trước. Fig. 15, mẫu 19 (ZrO_2 /SiAlO/TiAlO) và mẫu 20 (SiAlO/ ZrO_2 /TiAlO) thể hiện độ bền tốt hơn một cách ngạc nhiên so với các mẫu lớp bảo vệ ba màng khác (mẫu 16, 17, 18 và 21).

Dữ liệu này thể hiện kết quả bất ngờ rằng màng bảo vệ ngoài cùng titan oxit-nhôm oxit cung cấp độ bền được cải thiện đáng kể.

Ví dụ 8

Các mẫu với oxit dẫn điện trong suốt được phun trong không khí khác nhau được thử nghiệm. Như được thể hiện trong Fig. 16-20, lớp nền thủy tinh được phủ bằng oxit thiếc pha tạp indi (ITO) hoặc oxit kẽm pha tạp nhôm (AZO) qua phương pháp chồng chân không phún xạ magnetron ("MSVD"). Các mẫu ITO được phun trong không khí chứa 0%, 0,5%, 1%, 1,5% hoặc 2% oxy và sau đó được xử lý nhiệt và các mẫu AZO được phun trong không khí chứa 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% hoặc 6% oxy và sau đó được xử lý nhiệt. Phần còn lại của không khí là argon. Các mẫu ITO có độ dày ITO là 225 nm, 175 nm hoặc 150 nm, và các mẫu AZO có độ dày 300 nm đến 350 nm của AZO mà được áp trên lớp nền. Các mẫu được

thử nghiệm để xác định độ phát xạ, độ hấp thụ và/hoặc điện trở tấm. (Độ phát xạ là thước đo độ dẫn điện.). Các mẫu này được xử lý nhiệt bằng cách đặt vật phẩm được phủ bề mặt vào lò nung trong khoảng thời gian để lớp nền oxit dẫn điện trong suốt của mẫu đạt ít nhất 435°F trong khoảng 30 giây.

Khi phủ vật phẩm trong suốt với oxit dẫn điện trong suốt, vật phẩm có độ hấp thụ thấp và điện trở tấm thấp (mà tương ứng với độ phát xạ) được mong muốn. Fig. 16 thể hiện rằng khi oxy được thêm vào không khí, sự hấp thụ giảm. Tuy nhiên, như trong Fig. 17 độ phát xạ/điện trở tấm của vật phẩm là cao nhất khi có 0% oxy trong không khí. Sử dụng Fig. 16 và 17, sự cân bằng lý tưởng giữa độ hấp thụ và độ phát xạ thu được khi không khí phun có khoảng 0,75% và 1,25% oxy trong không khí. Như Fig. 17 thể hiện, điện trở tấm của vật phẩm được xử lý nhiệt mà được phủ ITO là thấp hơn vật phẩm không được xử lý nhiệt mà được phủ ITO nếu không khí có ít hơn 2% oxy. Có sự gia tăng đáng kể về điện trở tấm khi không khí là 1,5% oxy. Ngoại suy từ dữ liệu này, kết luận rằng không khí trong buồng phủ là không quá 1,5% oxy, tốt hơn là không quá 1,25%. Để thu được sự giảm hấp thụ đối với vật phẩm phủ ITO, không khí phải chứa ít nhất 0,5% oxy, tốt hơn là ít nhất 0,75% oxy.

Ví dụ 9

Lớp nền thủy tinh được phủ một lớp oxit kẽm pha tạp nhôm bằng quá trình chồng chân không phún xạ magnetron (MSVD). Mục tiêu là gồm oxit kẽm pha tạp nhôm, mà chứa một lượng oxy nhất định trong đó. Khi sử dụng quá trình MSVD để chồng vật liệu như oxit dẫn điện trong suốt, quá trình này làm cho các

nguyên liệu gồm bị tách ra, có thể khiến một số oxy thoát ra. Để đảm bảo rằng vật liệu chống được oxy hóa, oxy thường được cung cấp cho buồng phủ cùng với khí trơ. Trong ví dụ này, AZO được chống bởi MSVD trong buồng phủ mà có hàm lượng oxy được cung cấp cho buồng đó là 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% hoặc 6%. Phần còn lại của không khí mà được cung cấp cho buồng phủ là argon, tuy nhiên, bất kỳ khí trơ nào cũng có thể được sử dụng. Sự hấp thụ chuẩn hóa của lớp phủ đã được xác định. Như được hiển thị trong Fig. 18, sự hấp thụ được chuẩn hóa ở 550nm là tốt nhất khi 0% oxy được cung cấp cho buồng phủ. Có thể chấp nhận được khi 1% oxy được cung cấp cho buồng phủ. Dựa trên dữ liệu trong Fig. 18, người ta sẽ ngoại suy rằng ít hơn 0,5% oxy trong buồng phủ giúp hấp thụ tốt hơn đáng kể so với khi 1% oxy được sử dụng.

Như được thể hiện trong Fig. 19, sự hấp thụ được chuẩn hóa có mức giảm mạnh từ 0% oxy xuống 1% oxy và giảm tối thiểu từ 1% oxy xuống 2% oxy. Dữ liệu này tiếp đó ủng hộ kết luận rằng, bằng phép ngoại suy, người ta sẽ kết luận rằng ít hơn 1% oxy, ít hơn 0,5% oxy, hoặc ít hơn 0,25% oxy, hoặc ít hơn 0,1% oxy, hoặc 0% oxy được cung cấp cho buồng phủ sẽ đưa ra sự hấp thụ tốt nhất.

Ví dụ 10

Một vấn đề với việc gia nhiệt hậu chống lớp của vật phẩm được phủ bề mặt là lượng năng lượng bị lãng phí. Như được đề cập ở trên, việc gia nhiệt hậu chống lớp của lớp oxit dẫn điện trong suốt (TCO) cung cấp hiệu suất được cải thiện ở độ dày nhỏ hơn. Đặt vật phẩm được phủ bề mặt vào là nung mà làm nóng toàn bộ vật phẩm sẽ lãng phí năng lượng vượt quá nhiệt độ cần kết tinh lớp TCO. Để xác định

nhệt độ bề mặt cần để cải thiện hiệu suất của lớp oxit dẫn điện trong suốt, lớp nền thủy tinh được phủ bằng oxit thiếc pha tạp indi ở độ dày 115 nm hoặc 171 nm. Các mẫu có bề mặt của lớp ITO được làm nóng đến nhiệt độ được liệt kê trong Bảng 11 và 12. Vì mục đích của thí nghiệm này, các bề mặt đã được làm nóng bằng cách đặt bộ vật phẩm được phủ bề mặt vào lò nung, tuy nhiên, đèn chóp có thể được sử dụng như sự thay thế.

Sau khi gia nhiệt hậu chồng lớp bề mặt, điện trở tấm của mỗi mẫu được đo (xem Fig 21, và Bảng 11 và 12). Các kết quả thể hiện ở khoảng 435, lớp này đạt tới điện trở tấm thấp nhất. Ngoài ra, gia nhiệt bề mặt không cung cấp bất kỳ sự giảm thiểu nào về điện trở tấm. Do đó, để giảm điện trở tấm của lớp oxit dẫn điện trong suốt, gia nhiệt hậu chồng lớp làm nóng bề mặt của lớp oxit dẫn điện trong suốt đến 380°F, ít nhất là 435°F, trong khoảng từ 435°F đến 806°F, trong khoảng từ 435°F đến 635°F hoặc đến 435°F.

Bảng 11: Các mẫu ITO dày 115 nm của Ví dụ 10

Nhiệt độ bề mặt tối đa (°F)	Điện trở tấm ($\Omega/\square$)
72	
200	69,7
300	67
317	68,9
350	65,3
380	62,6
435	21,2
635	22,4
806	18,9
878	18,9

968	17,9
-----	------

Bảng 12: Các mẫu ITO dày 171 nm của Ví dụ 10

Nhiệt độ bề mặt tối đa (°F)	Điện trở tấm ($\Omega/\square$)
Nhiệt độ phòng	
200	52,3
300	52,3
317	43,9
350	49
380	43,5
435	15,3
635	16,5
806	14,1
878	14,1
968	12

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật phẩm được phủ bề mặt gồm

lớp nền,

lớp lót ở trên ít nhất một phần của lớp nền, lớp lót này bao gồm

màng lót thứ nhất trong đó màng lót thứ nhất này chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất, trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất bao gồm oxit kẽm và/hoặc thiếc, và

màng lót thứ hai ở trên ít nhất một phần của màng lót thứ nhất trong đó màng lót thứ hai này chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp, và trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất có chỉ số khúc xạ cao hơn so với vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất,

lớp oxit dẫn điện trong suốt ở trên ít nhất một phần của lớp lót và

màng nhúng được nhúng trong lớp oxit dẫn điện trong suốt trong đó màng nhúng này chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai, và trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai có chỉ số khúc xạ cao hơn so với vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất.

2. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 1, trong đó, vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai chứa oxit thiếc và oxit kẽm.

3. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 1, trong đó màng nhúng có độ dày trong khoảng từ 15 nm đến 30 nm.

4. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 1, trong đó lớp oxit dẫn điện trong suốt chứa oxit indi pha tạp thiếc.

5. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 1, trong đó màng nhúng được đặt gần với đáy của lớp oxit dẫn điện trong suốt.

6. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 1, trong đó màng nhúng được đặt gần với đỉnh của lớp oxit dẫn điện trong suốt.

7. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 1, trong đó màng nhúng được đặt ở vị trí khoảng giữa lớp oxit dẫn điện trong suốt.

8. Vật phẩm được phủ bề mặt bao gồm

lớp nền;

lớp lót ở trên ít nhất một phần của lớp nền, trong đó lớp lót gồm màng lót thứ nhất và màng lót thứ hai ở trên ít nhất một phần màng lót thứ nhất, trong đó màng lót thứ nhất chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất, trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất bao gồm oxit kẽm và/hoặc thiếc, trong đó màng lót thứ hai đã nêu chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất, trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất có chỉ số khúc xạ cao hơn so với vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất;

lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất ở trên ít nhất một phần của lớp lót,

màng nhúng ở trên ít nhất một phần của lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất, trong đó màng nhúng chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai, và trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai có chỉ số khúc xạ cao hơn so với vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất; và lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai ở trên ít nhất một phần của màng nhúng.

9. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 8, trong đó màng nhúng chứa oxit thiếc và oxit kẽm.

10. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 8, trong đó lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất và lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai chứa oxit indi pha tạp thiếc (ITO).

11. Phương pháp làm giảm điện trở tấm của vật phẩm được phủ bề mặt bao gồm áp màng lót thứ nhất trên ít nhất một phần của lớp nền, trong đó màng lót thứ nhất này chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất, trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ nhất bao gồm oxit kẽm và/hoặc thiếc;

áp màng lót thứ hai trên ít nhất một phần của màng lót thứ nhất, trong đó màng lót thứ hai này chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất;

áp lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất trên ít nhất một phần của màng lót thứ hai;

áp màng nhúng trên ít nhất một phần của lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất, trong đó màng nhúng này chứa vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai, và trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai có chỉ số khúc xạ cao hơn so với vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp thứ nhất; và

áp lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai trên ít nhất một phần của màng nhúng.

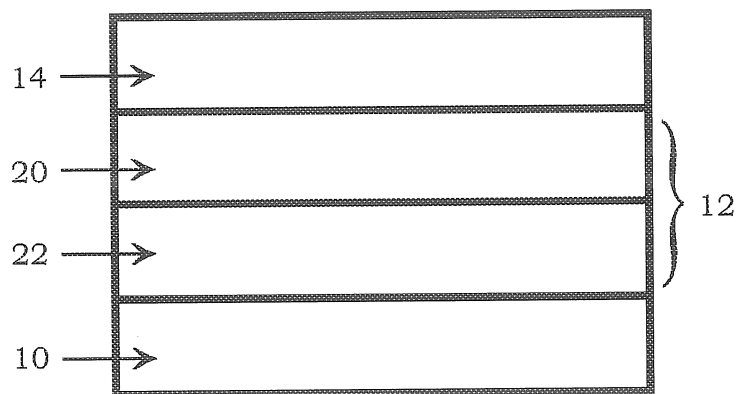
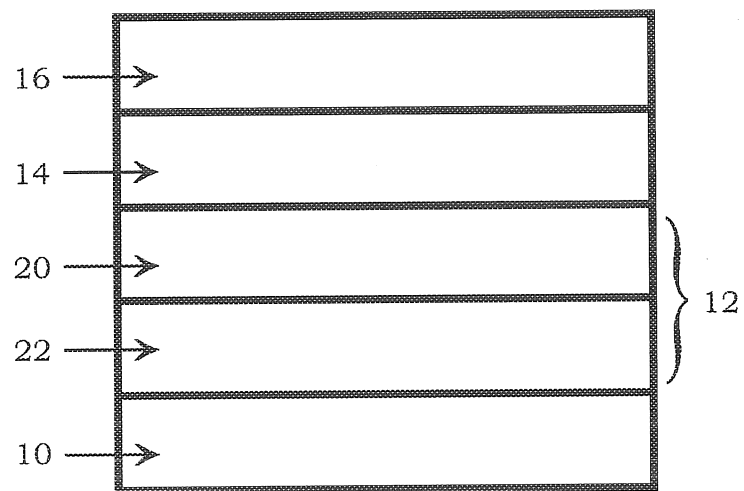
12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó vật liệu có chỉ số khúc xạ cao thứ hai chứa oxit thiếc và oxit kẽm, hoặc trong đó lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất bao gồm oxit indi pha tạp thiếc.

13. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 8 hoặc phương pháp theo điểm 11, trong đó màng nhúng được áp có độ dày ít nhất là 15 nm và nhiều nhất là 30 nm.

14. Vật phẩm được phủ bề mặt theo điểm 8 hoặc phương pháp theo điểm 11, trong đó lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ nhất dày hơn so với lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai.

15. Phương pháp theo điểm 11, trong đó phương pháp này còn bao gồm việc áp màng bảo vệ thứ nhất trên ít nhất một phần của lớp oxit dẫn điện trong suốt thứ hai, và áp màng bảo vệ thứ hai trên ít nhất một phần của màng bảo vệ thứ nhất, trong đó màng bảo vệ thứ hai này chứa titan oxit và nhôm oxit, và trong đó màng

bảo vệ thứ nhất chứa titan oxit, nhôm oxit, oxit kẽm, oxit thiếc, oxit ziricon, silic oxit hoặc các hỗn hợp của các oxit này.

**FIG. 1a****FIG. 1b**

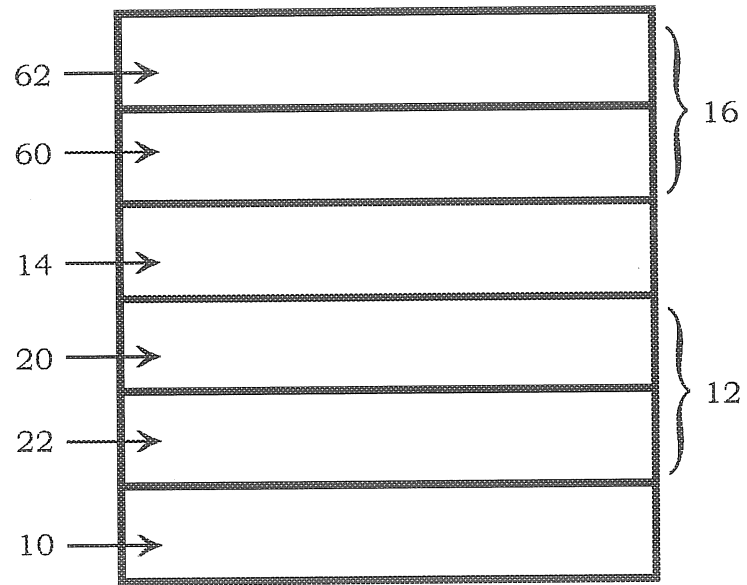


FIG. 1c

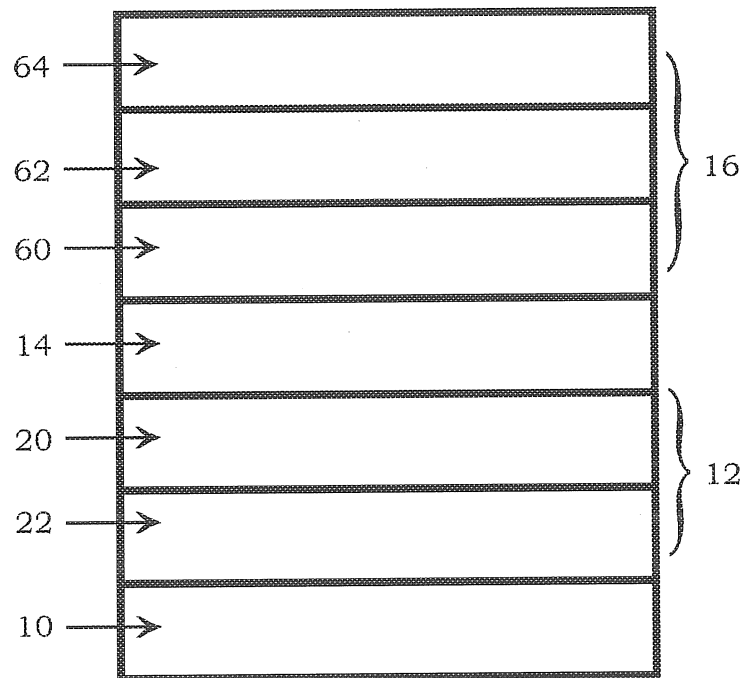
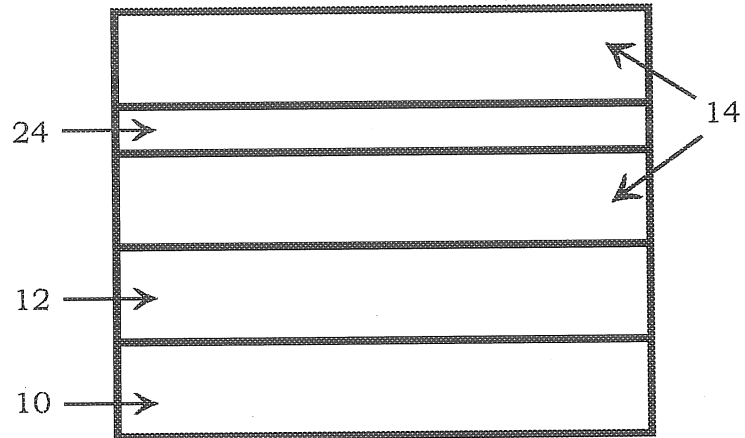
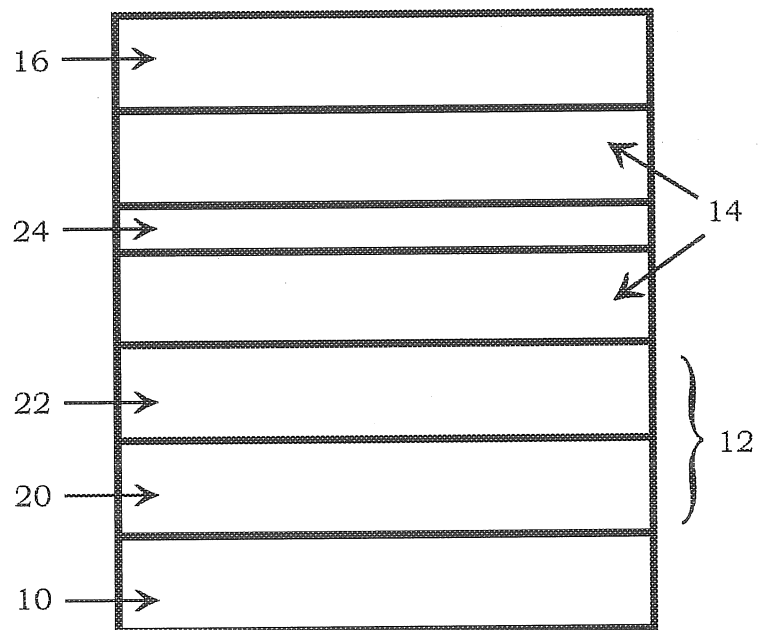


FIG. 1d

**FIG. 2a****FIG. 2b**

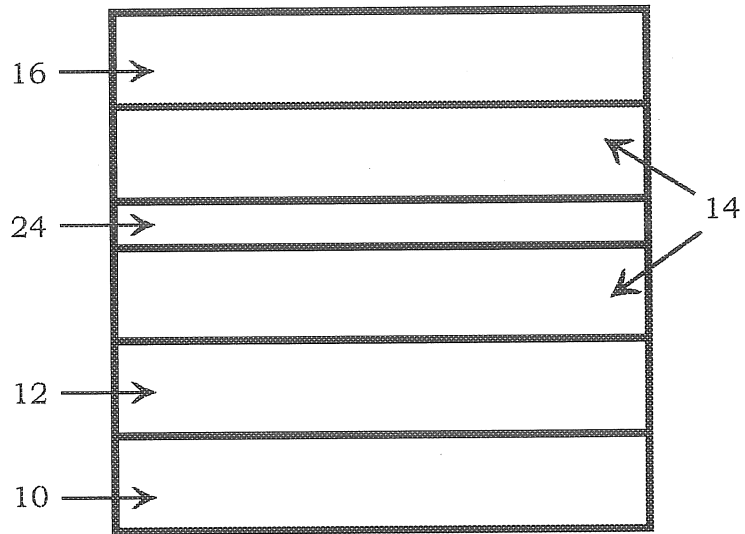


FIG. 2c

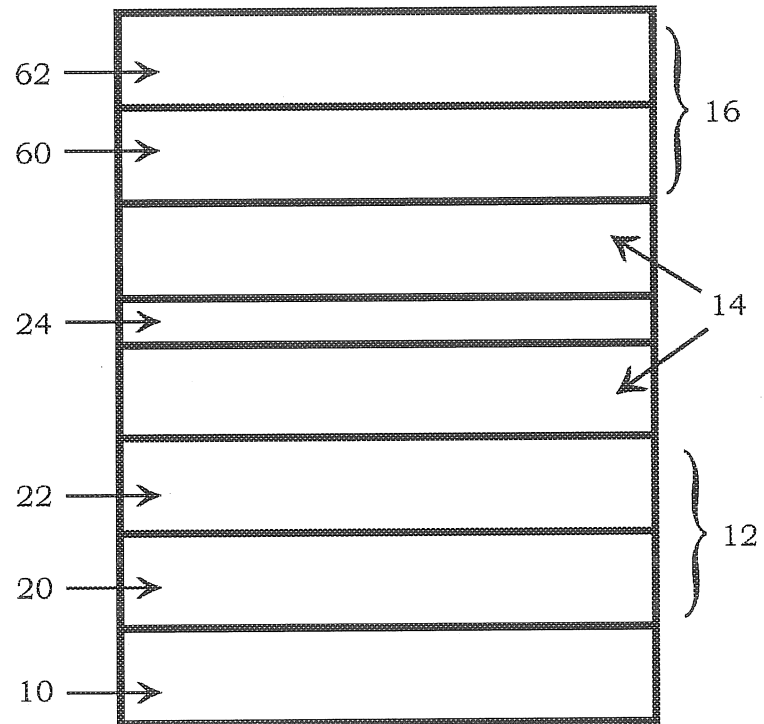
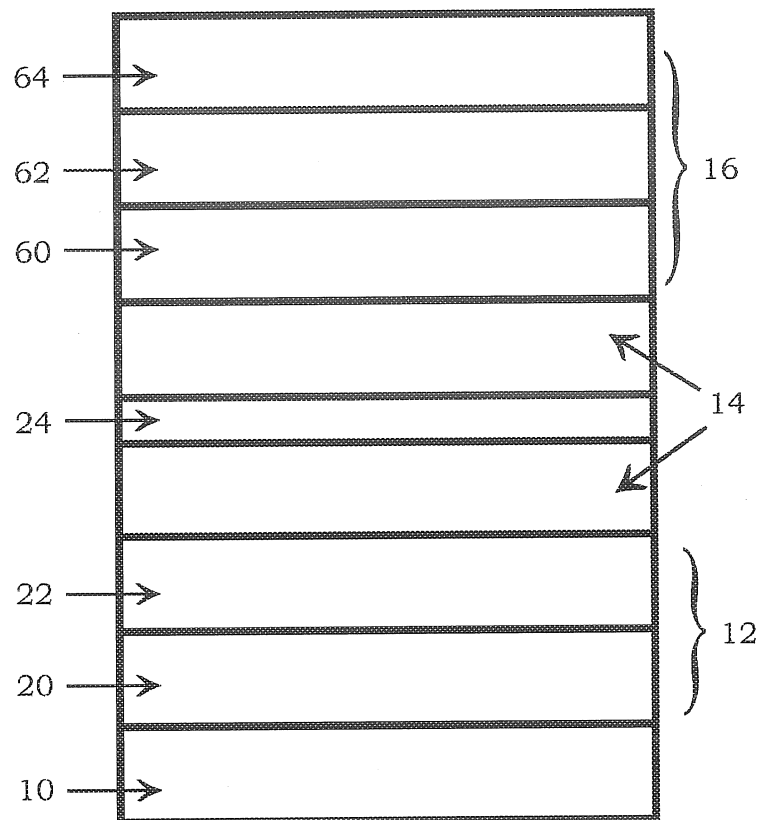
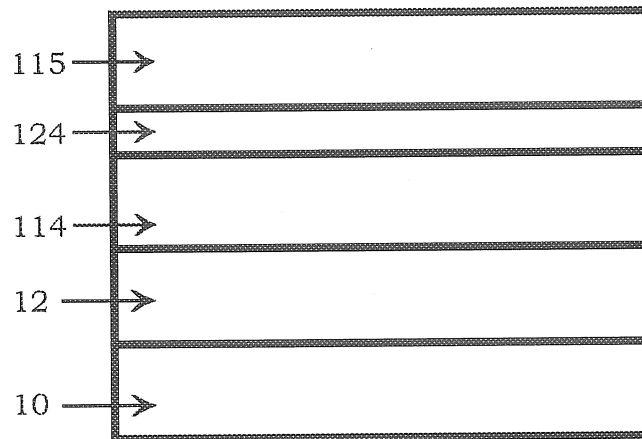
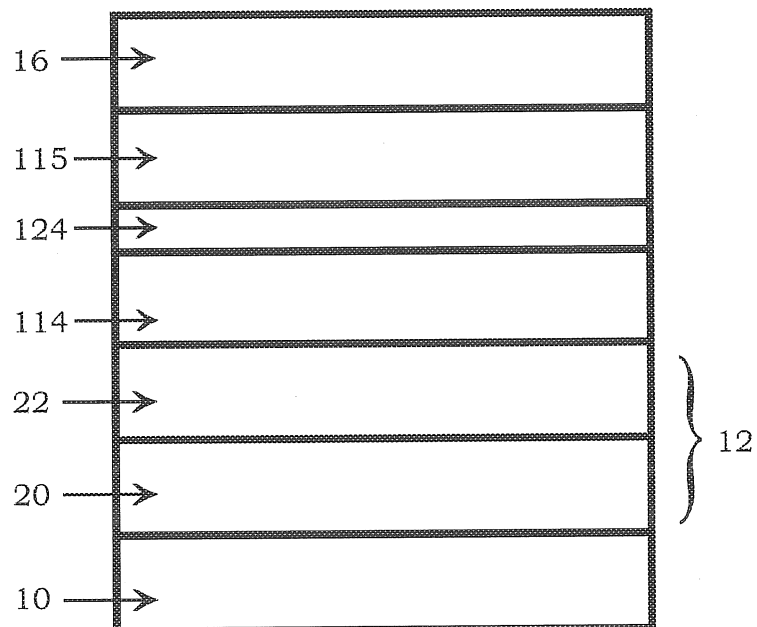


FIG. 2d

**FIG. 2e**

**FIG. 3a****FIG. 3b**

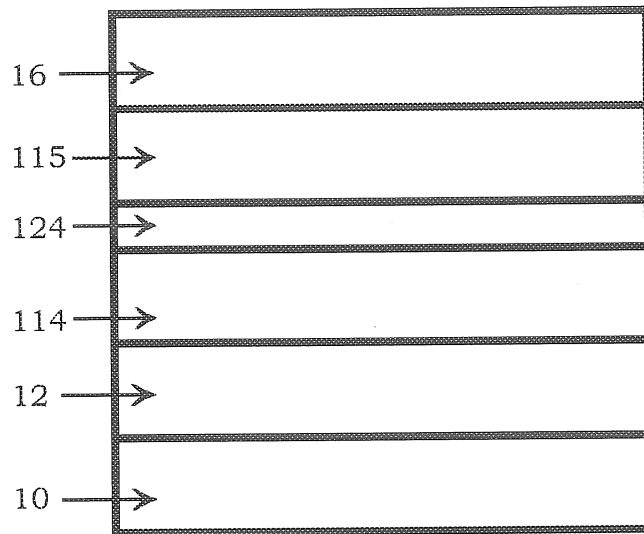


FIG. 3c

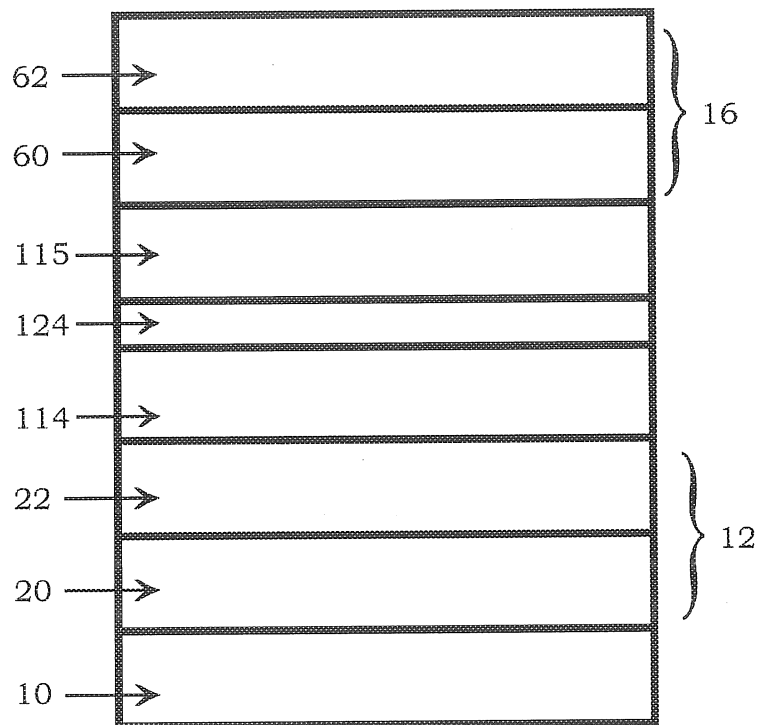
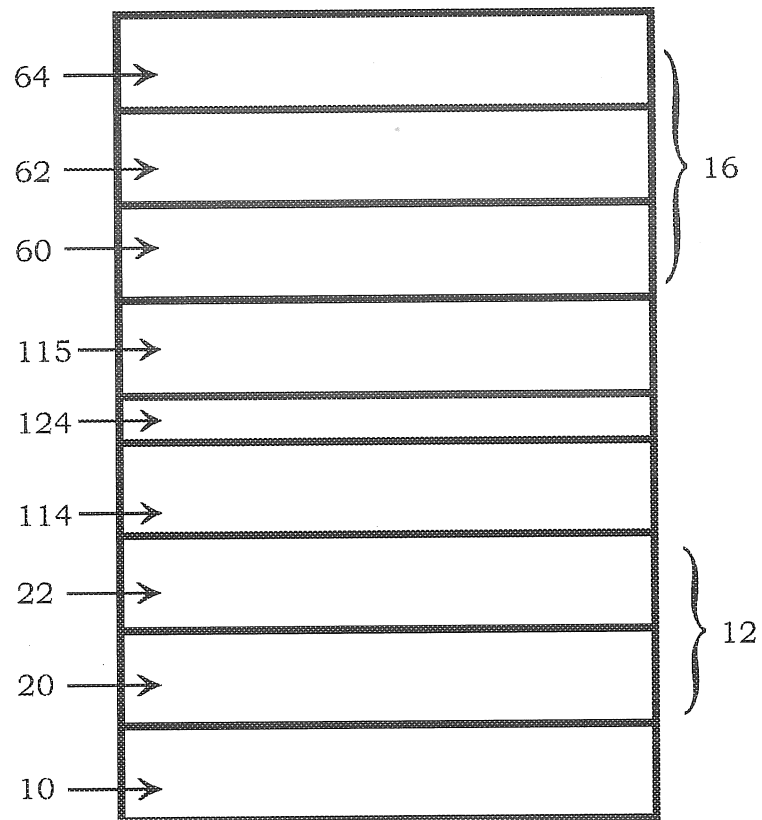


FIG. 3d

**FIG. 3e**

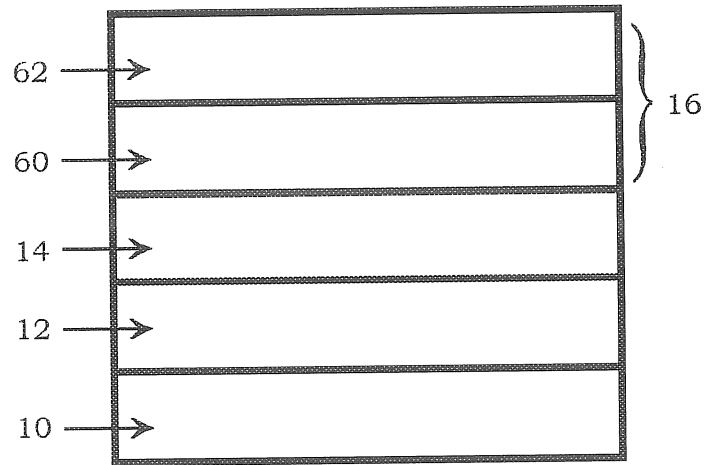


FIG. 4a

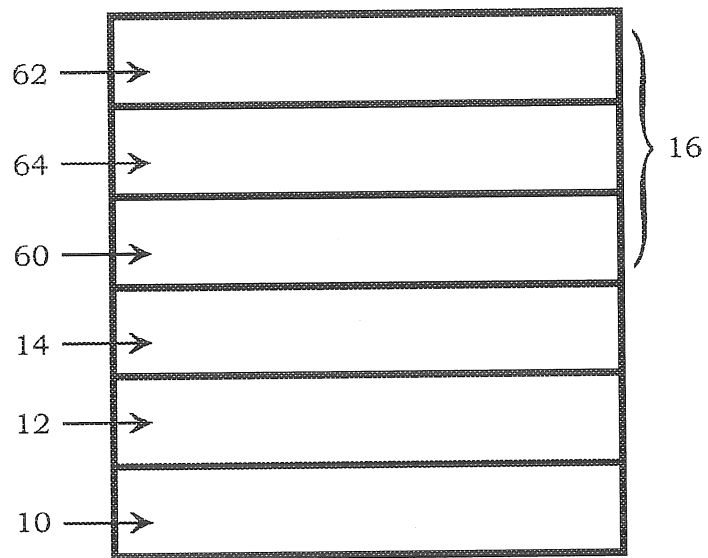


FIG. 4b

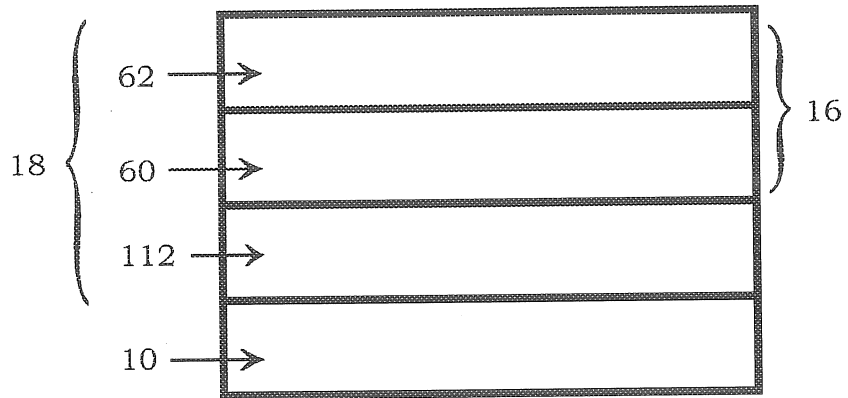


FIG. 5a

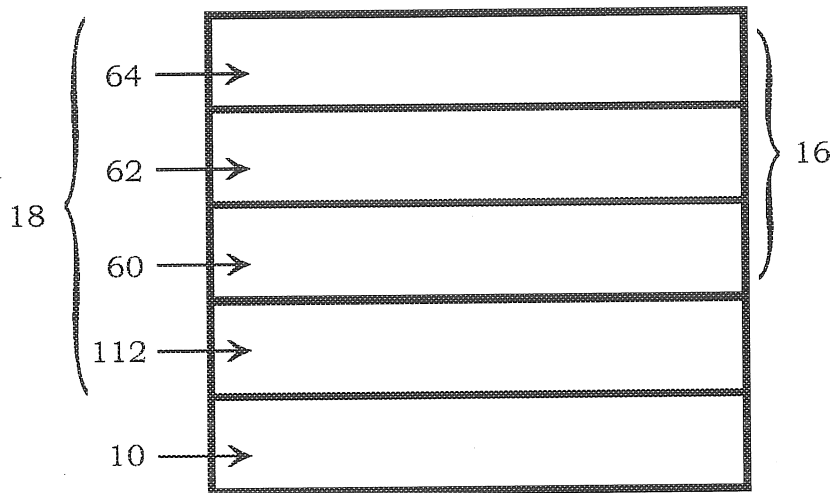
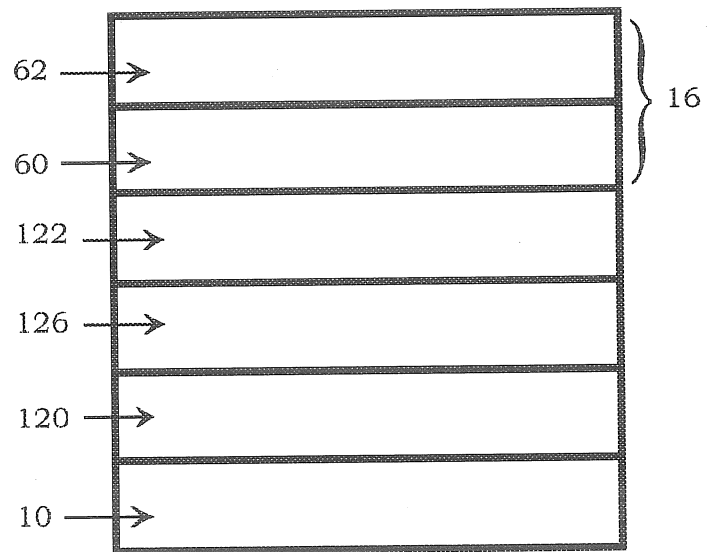
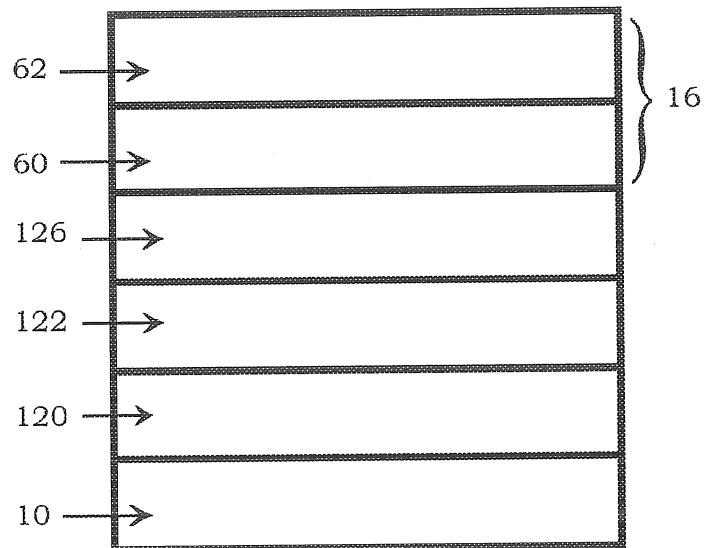
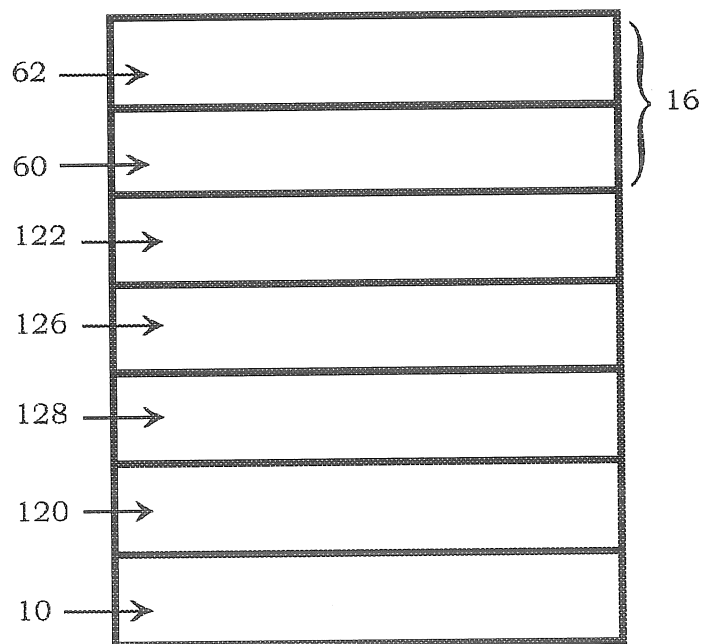
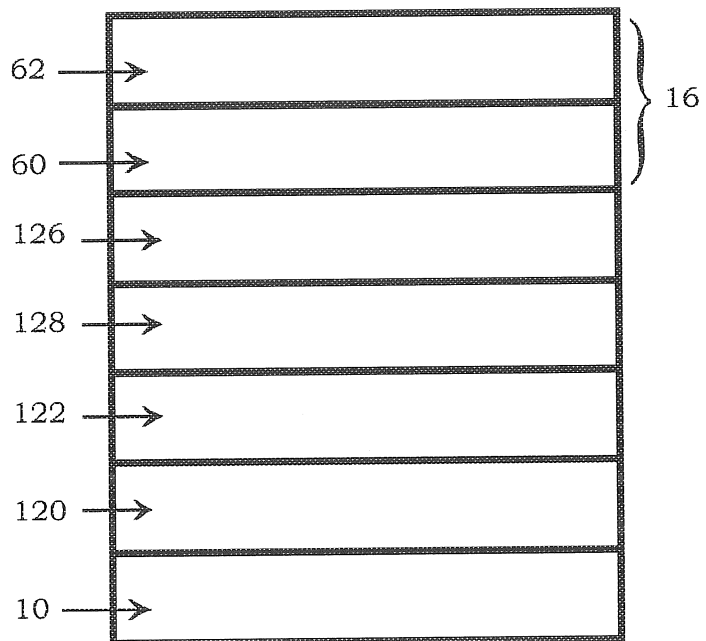
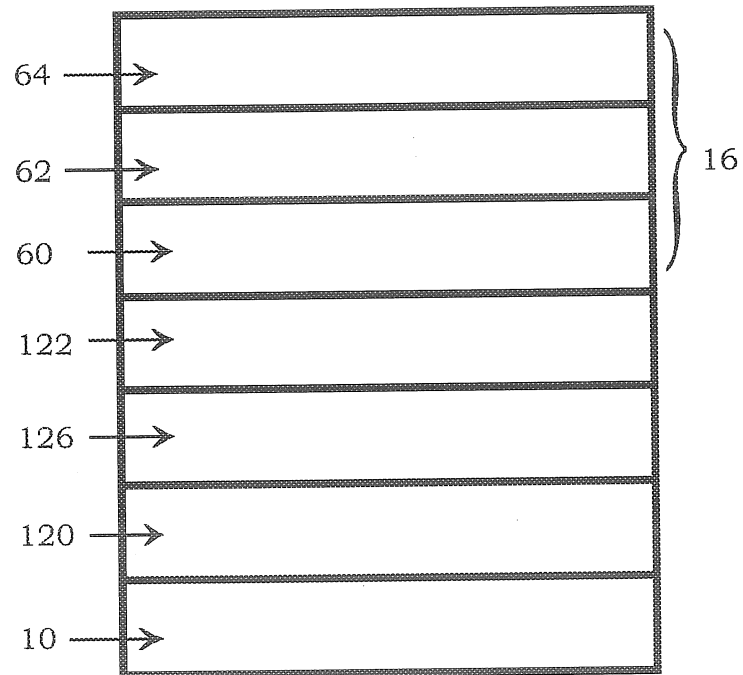
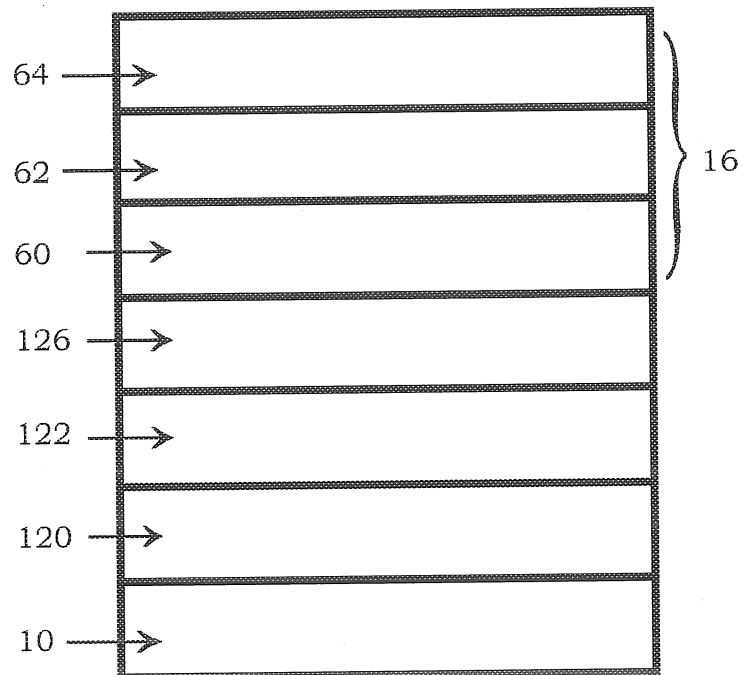


FIG. 5b

**FIG. 6a****FIG. 6b**

**FIG. 6c****FIG. 6d**

**FIG. 6e****FIG. 6f**

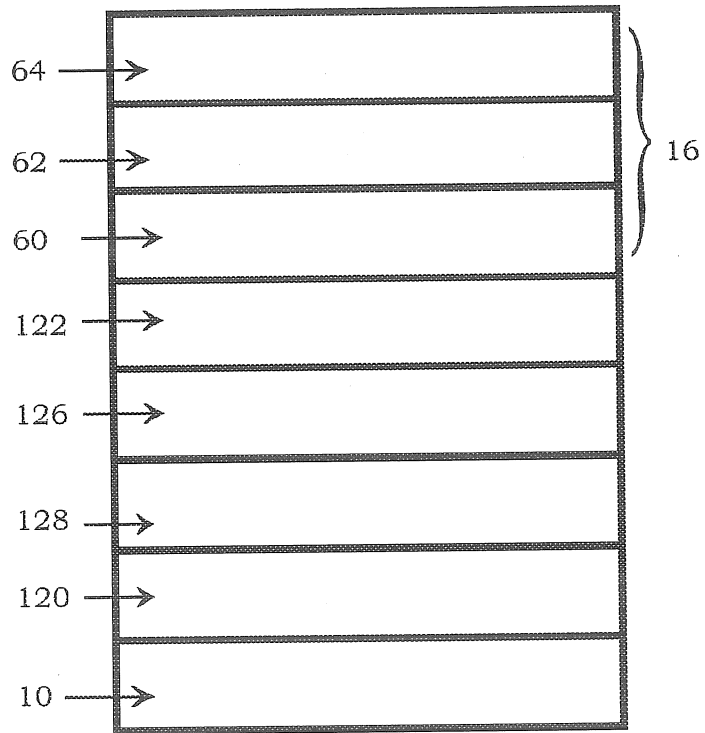


FIG. 6g

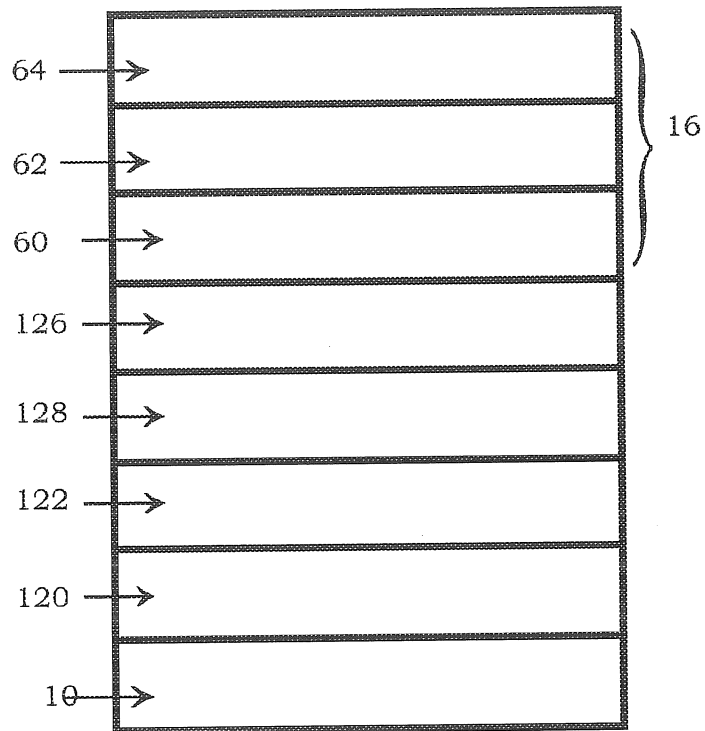


FIG. 6h

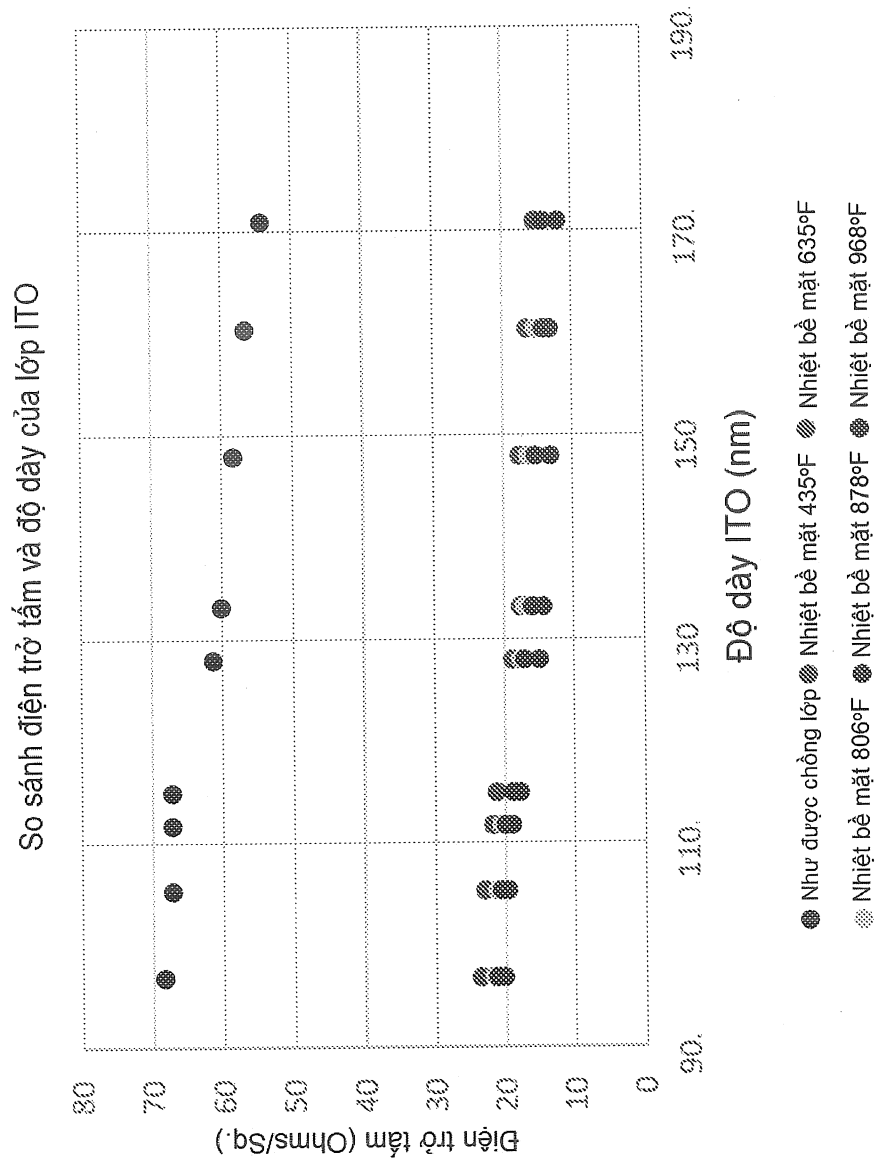


FIG. 7

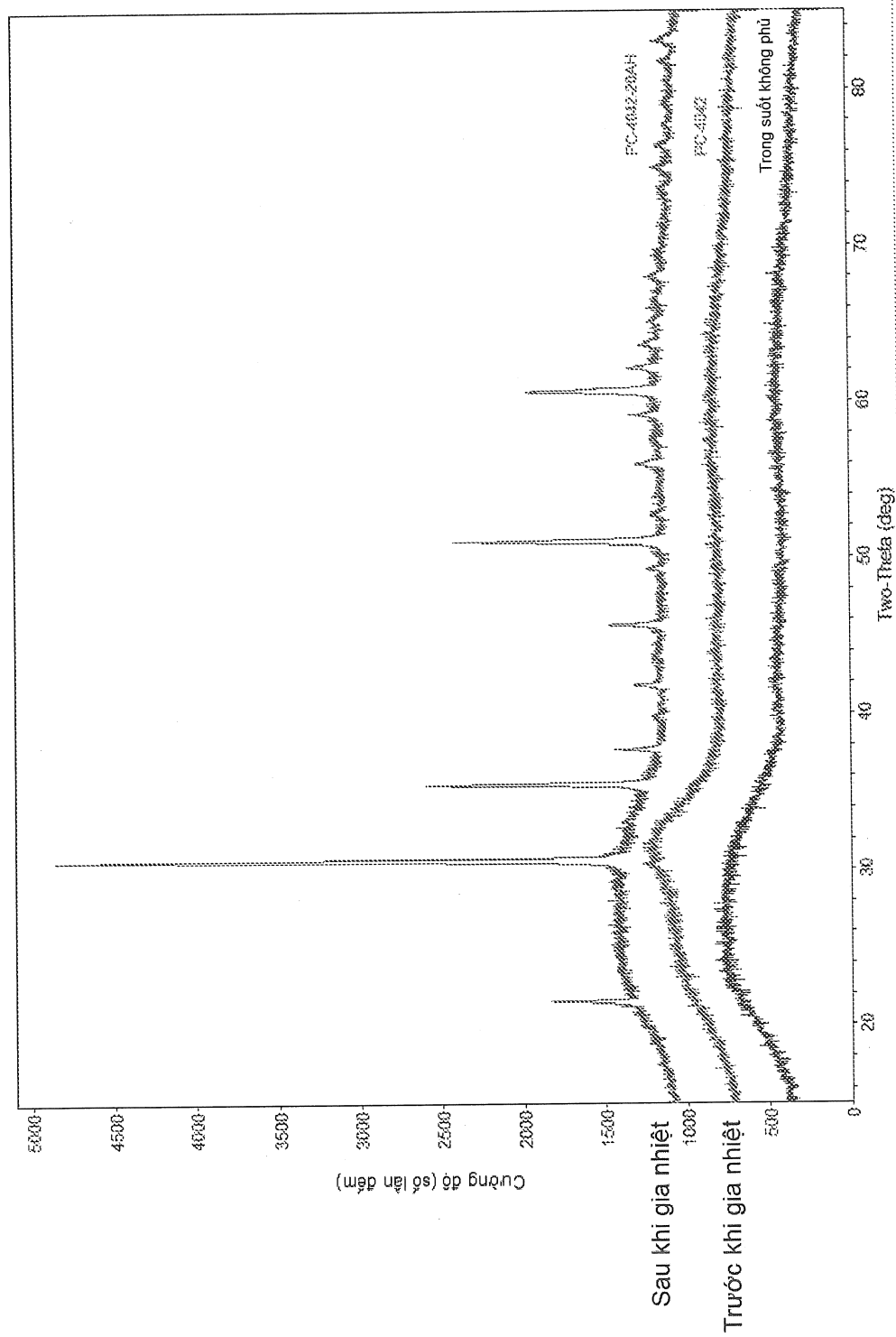
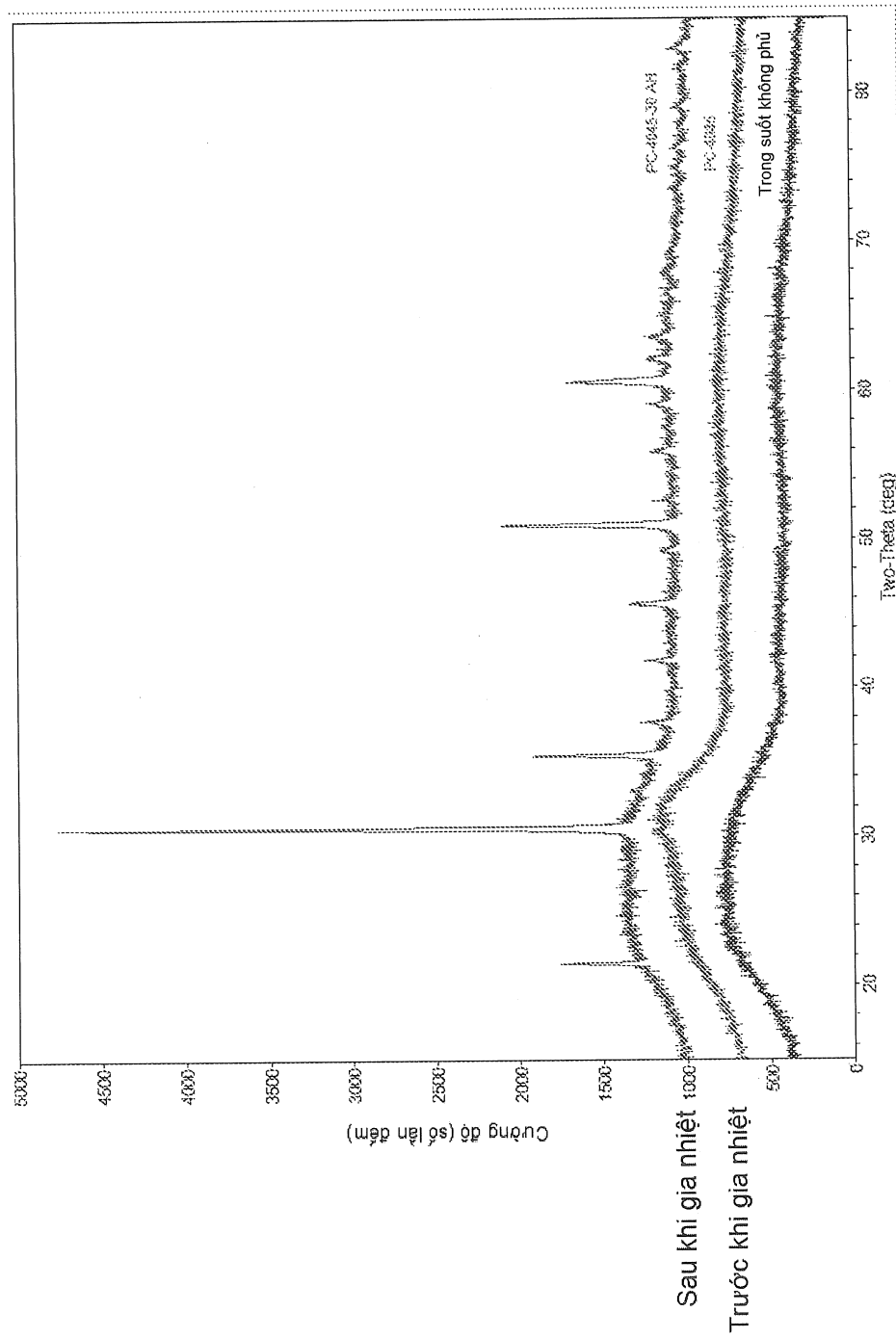
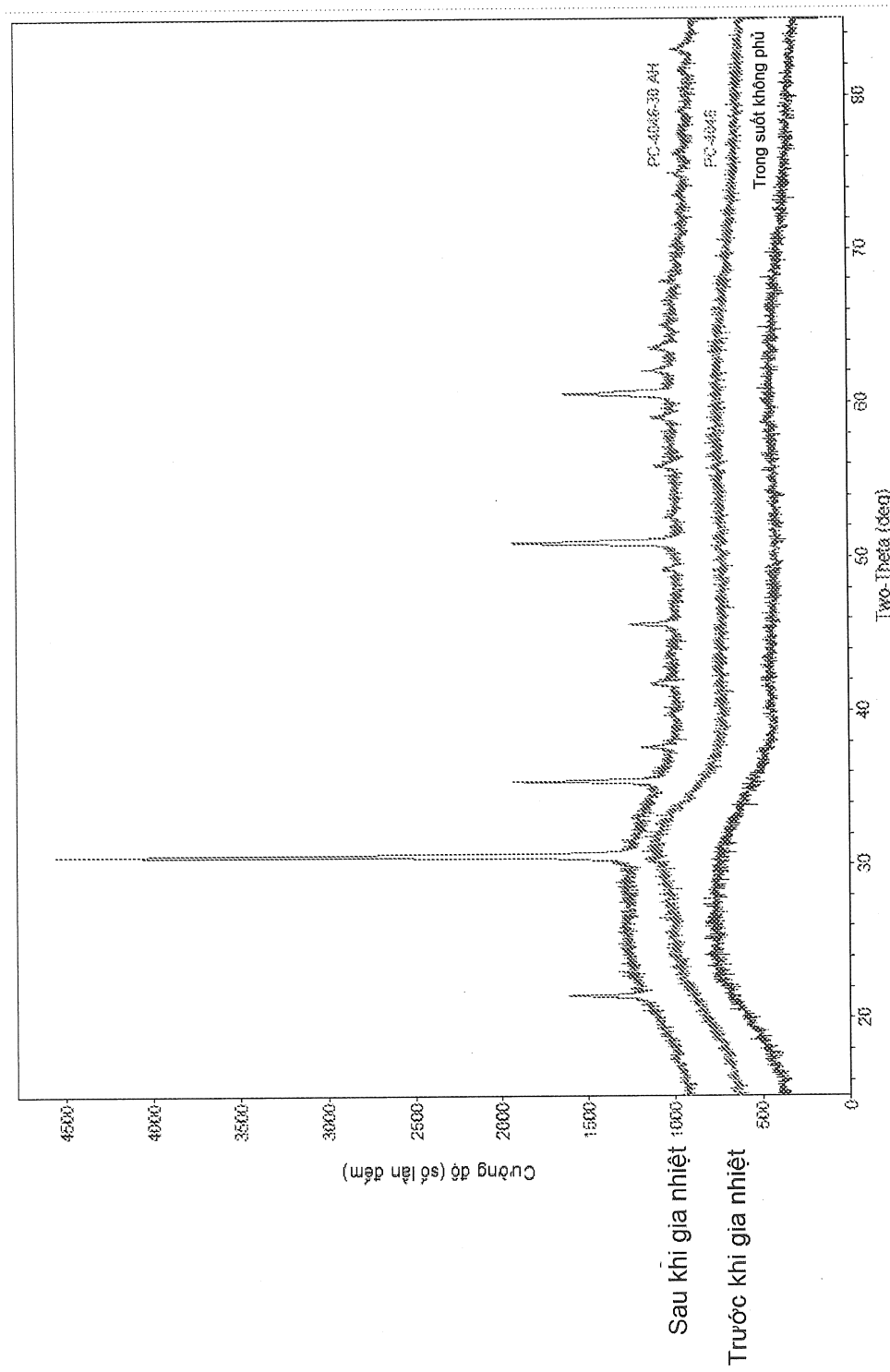


FIG. 8a

**FIG. 8b**

**FIG. 8c**

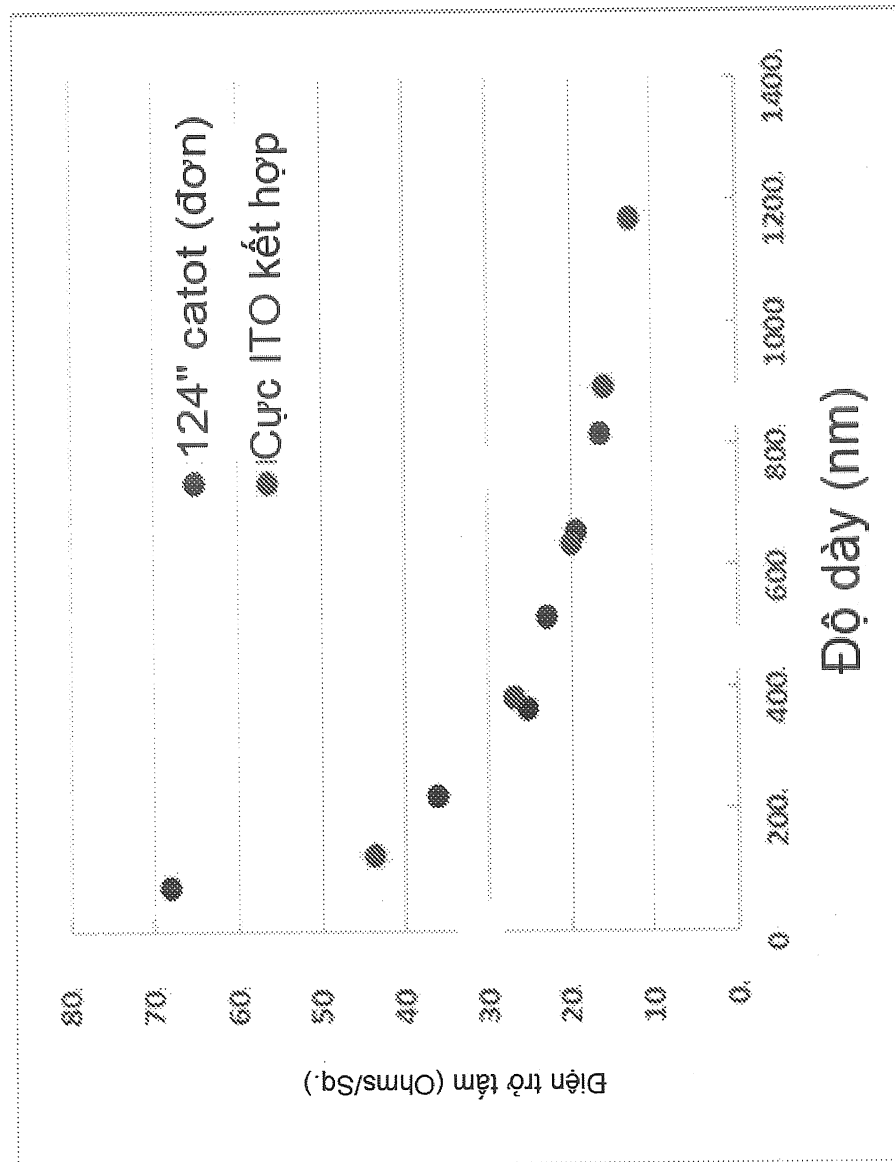
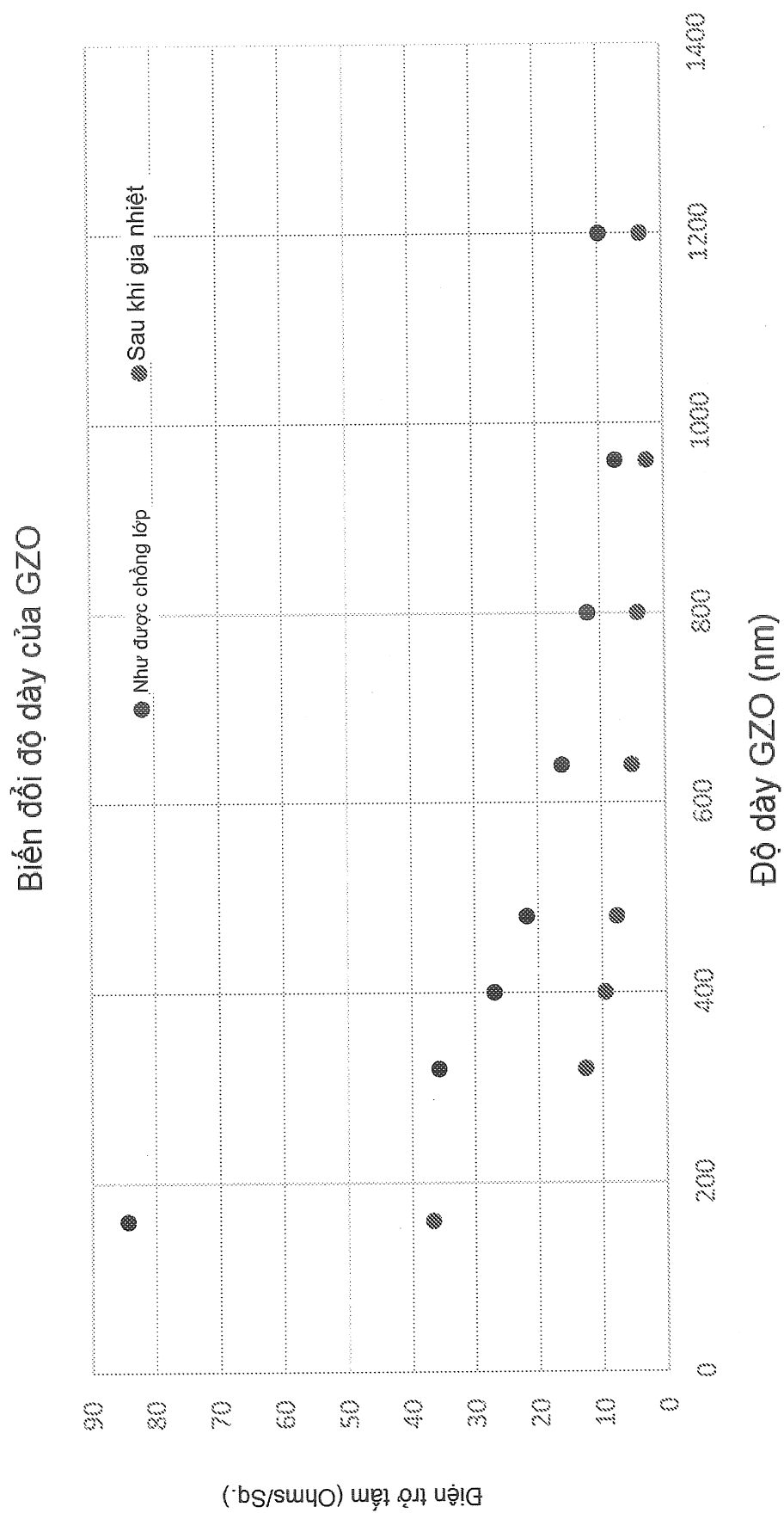


FIG. 7

**FIG. 9**

Lớp AZO

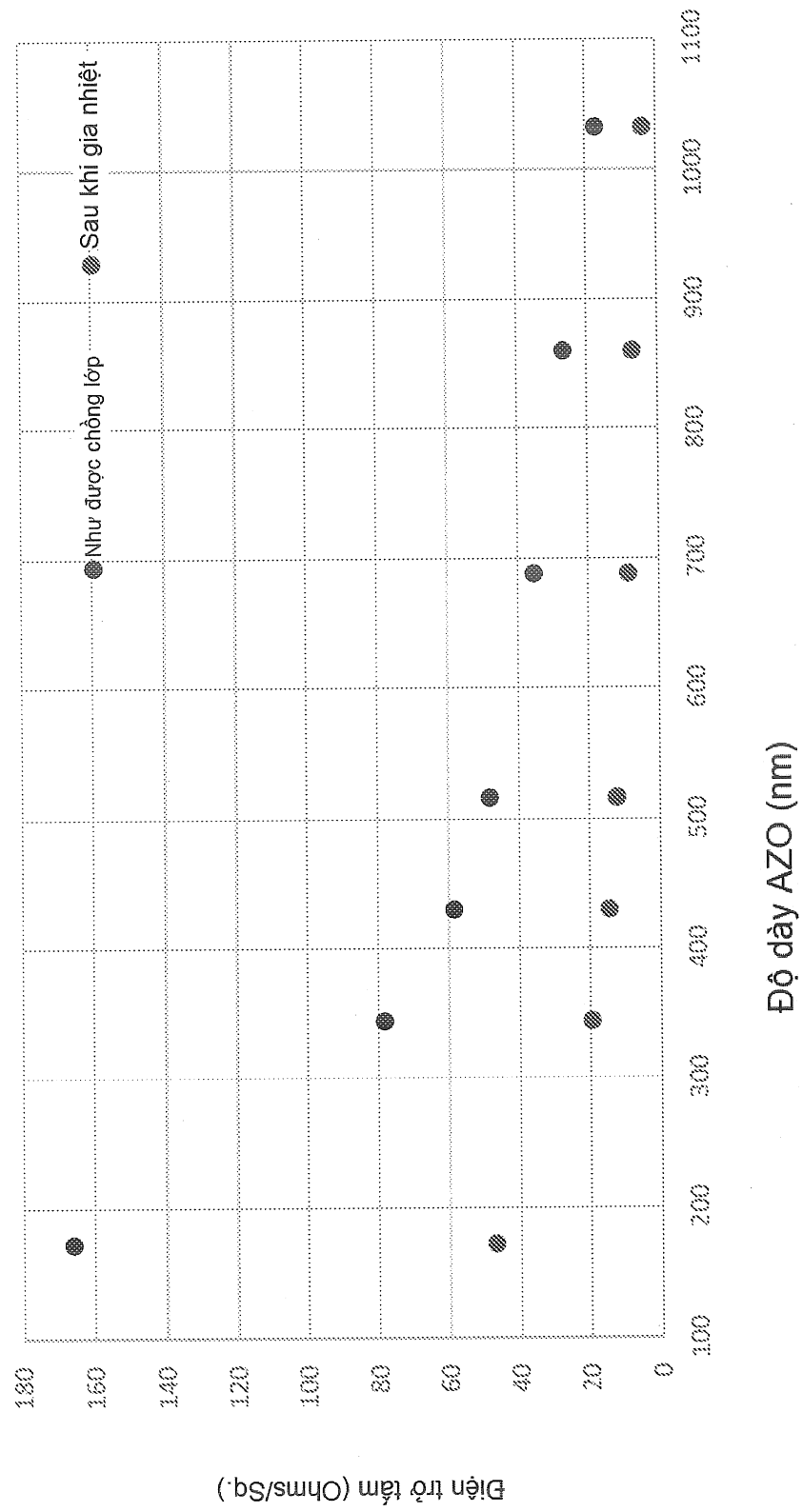
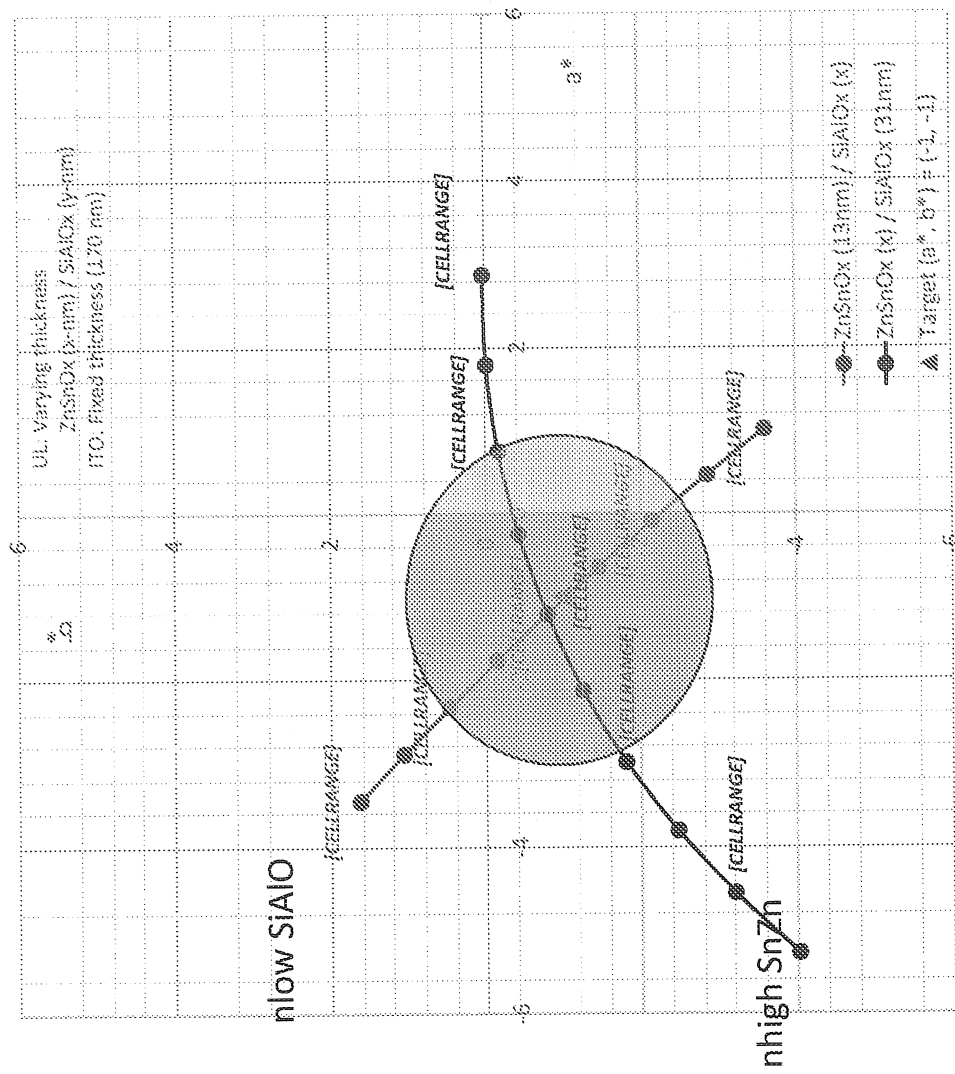


FIG. 10



THE

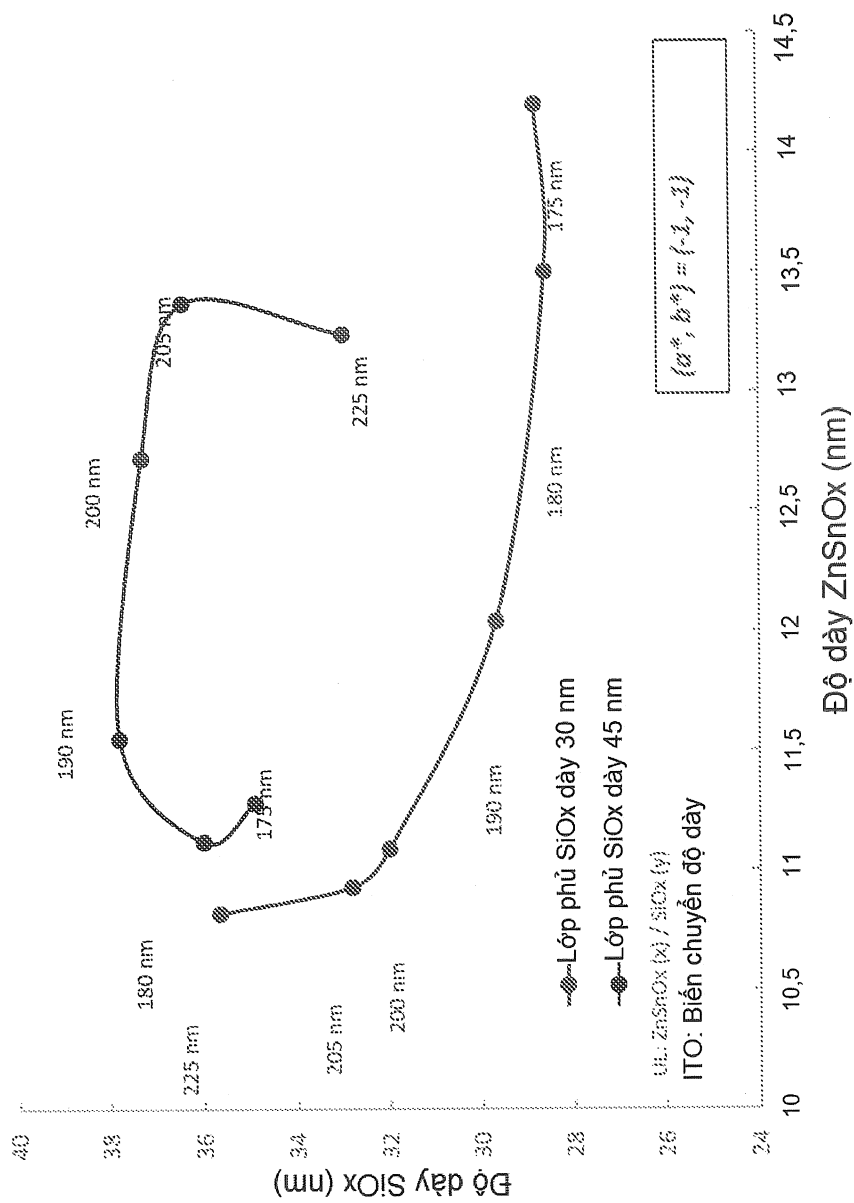


FIG. 12

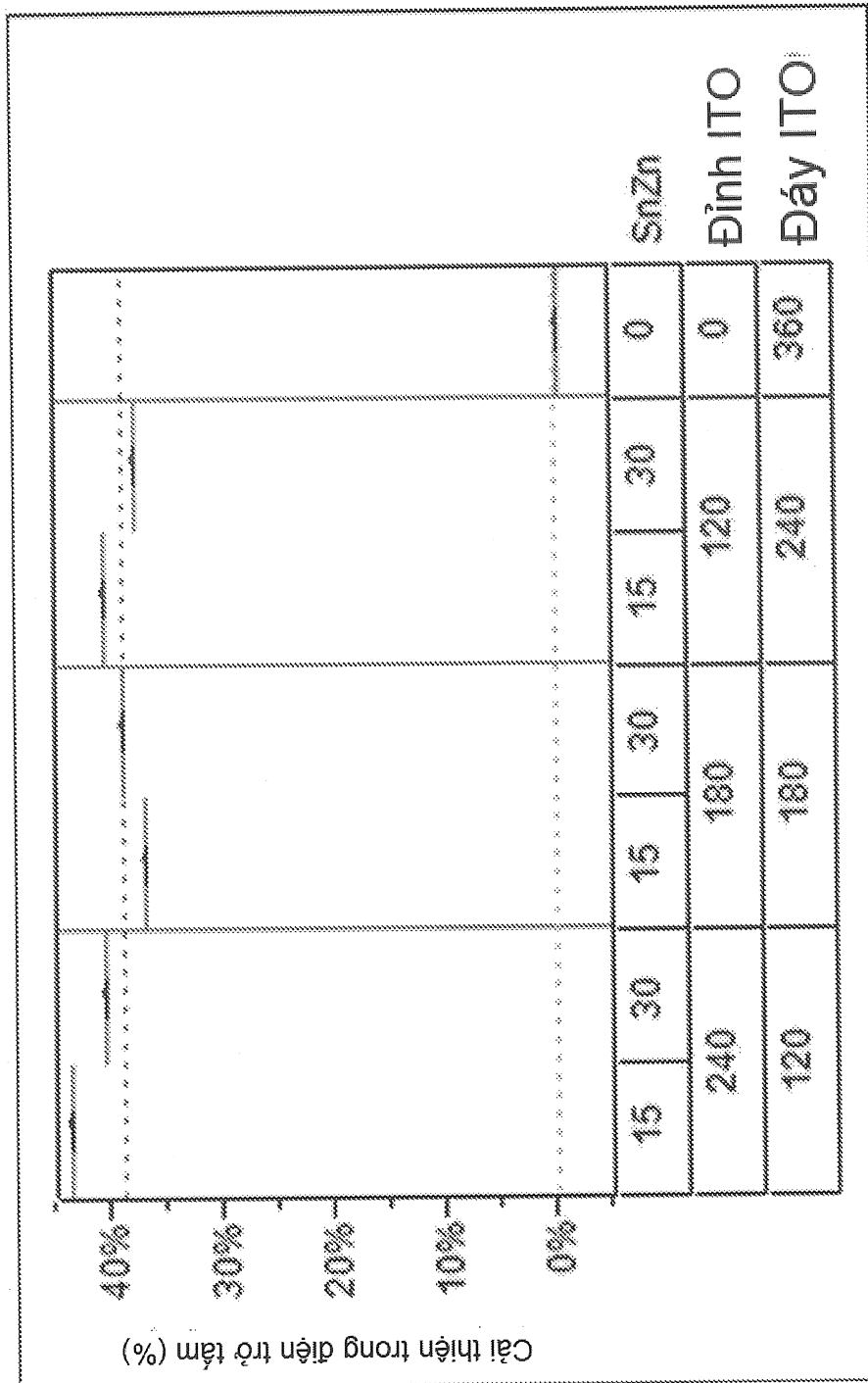


FIG. 13a

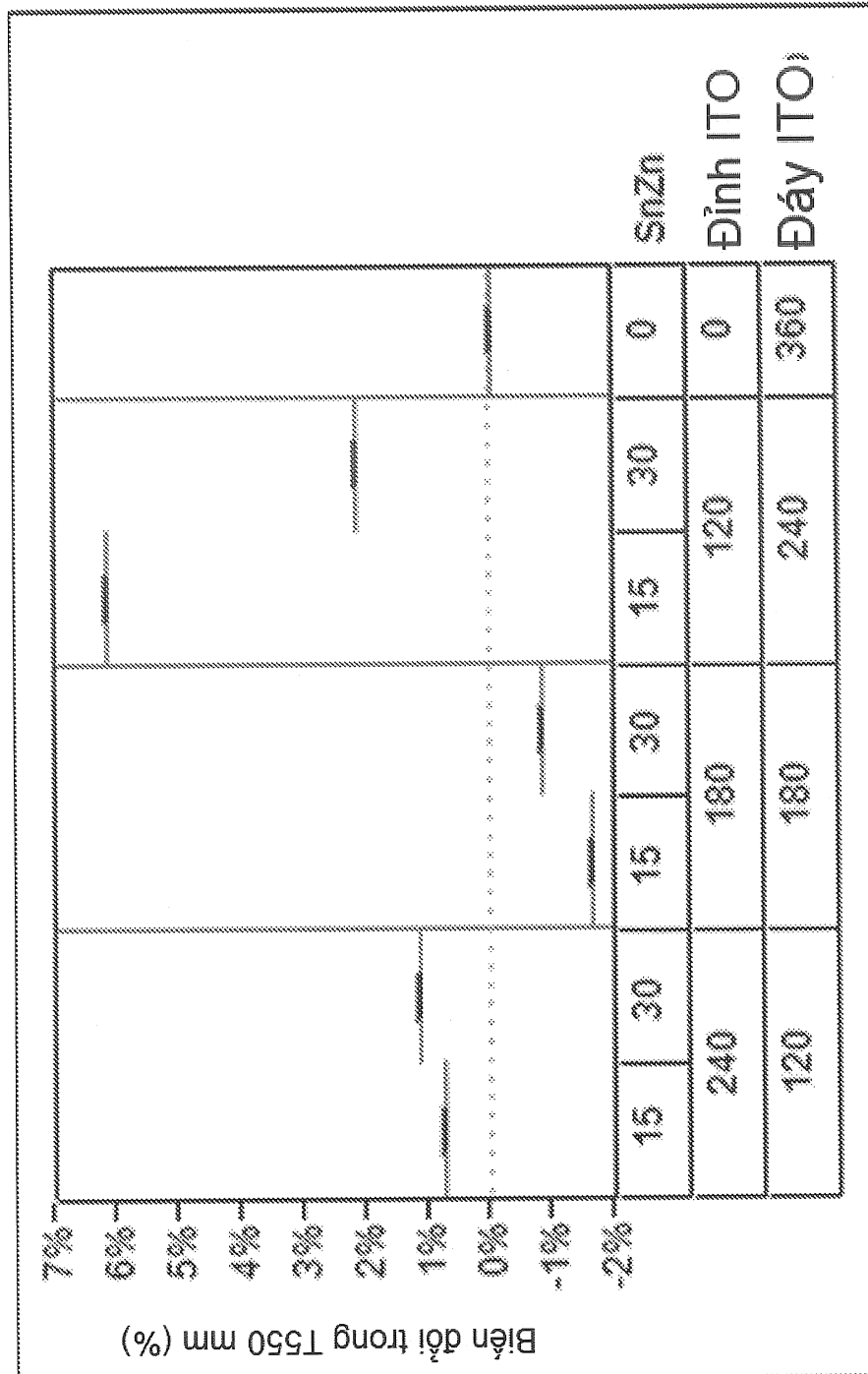


FIG. 13b

Không màng nhúng

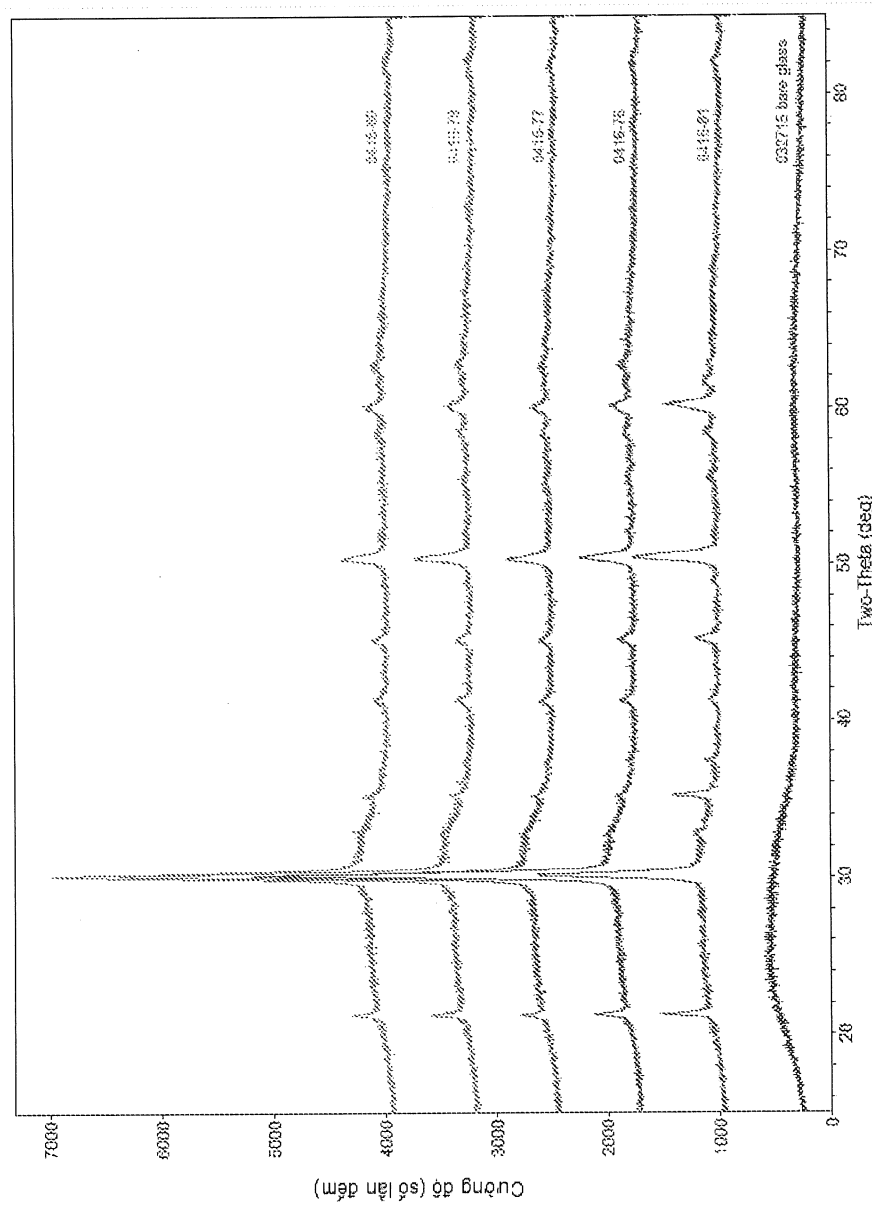


FIG. 13c

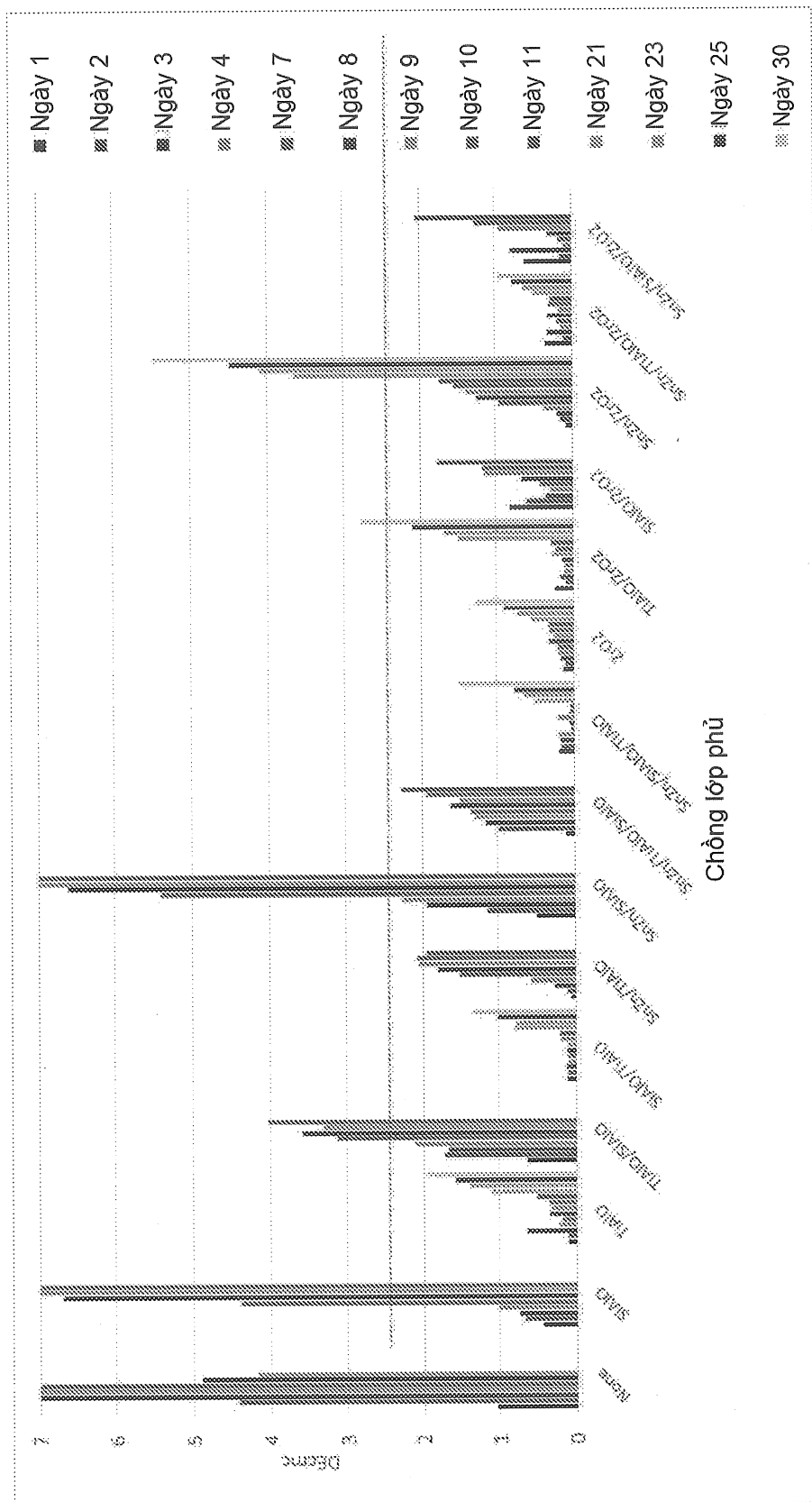


FIG. 14

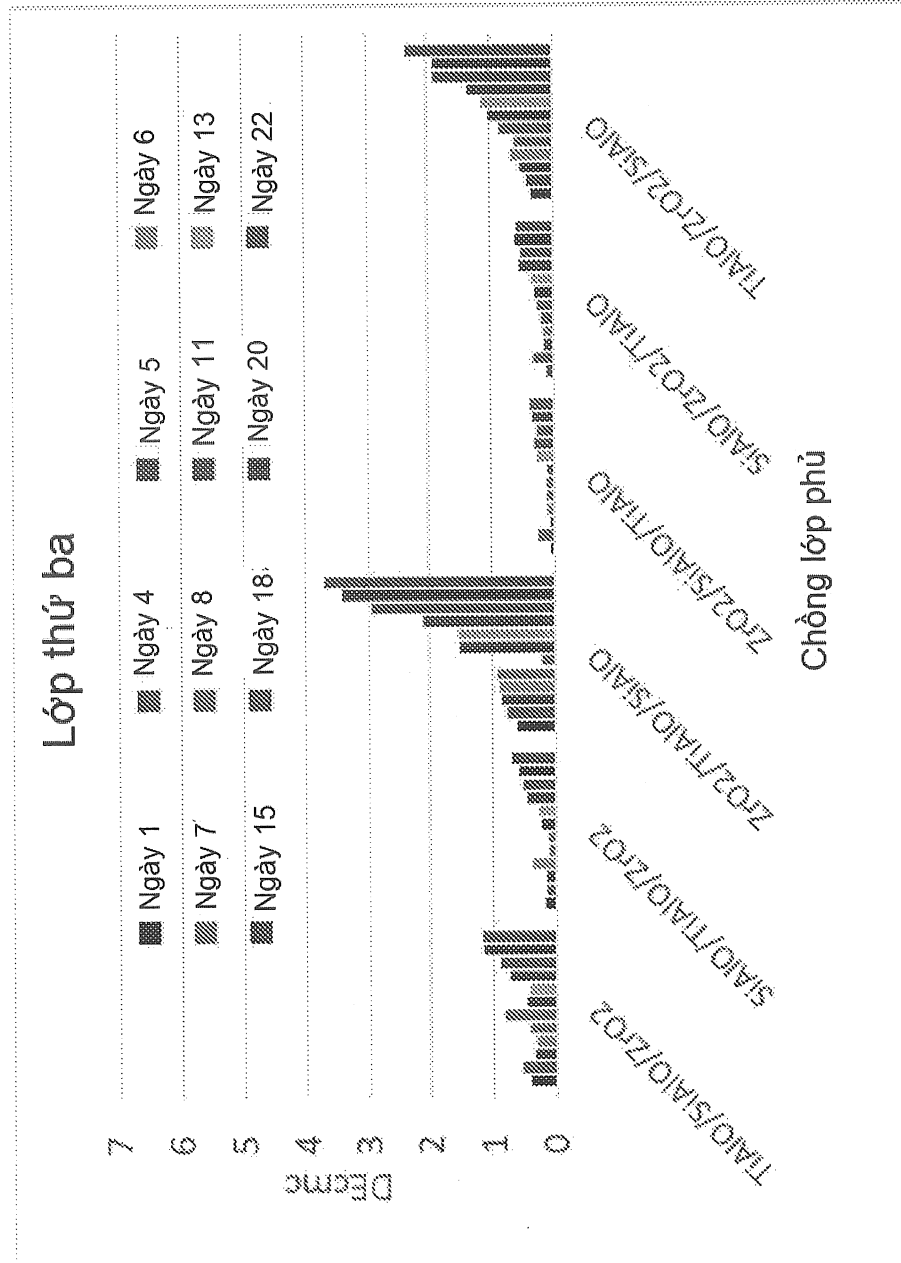
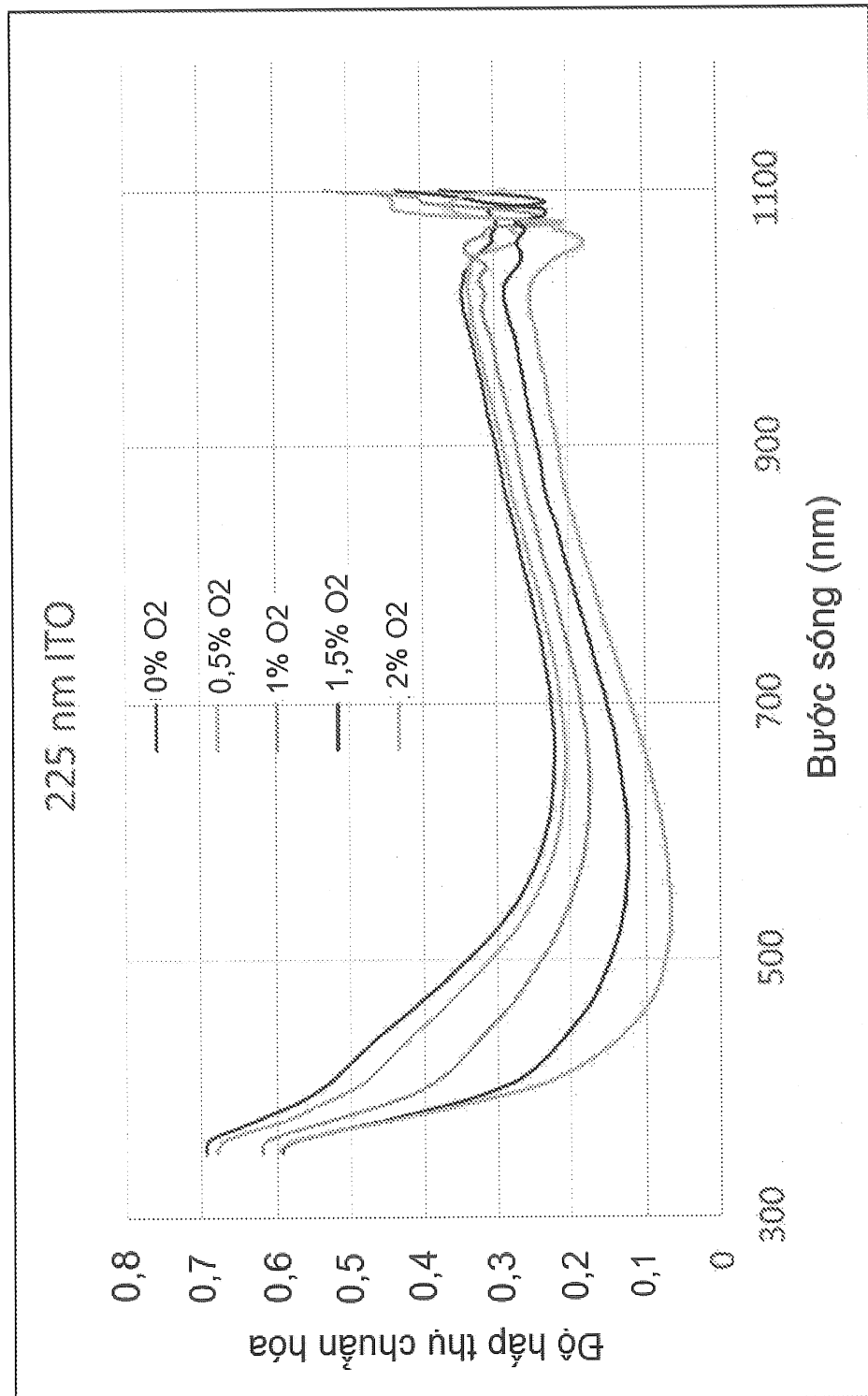


FIG. 15

**FIG. 16a**

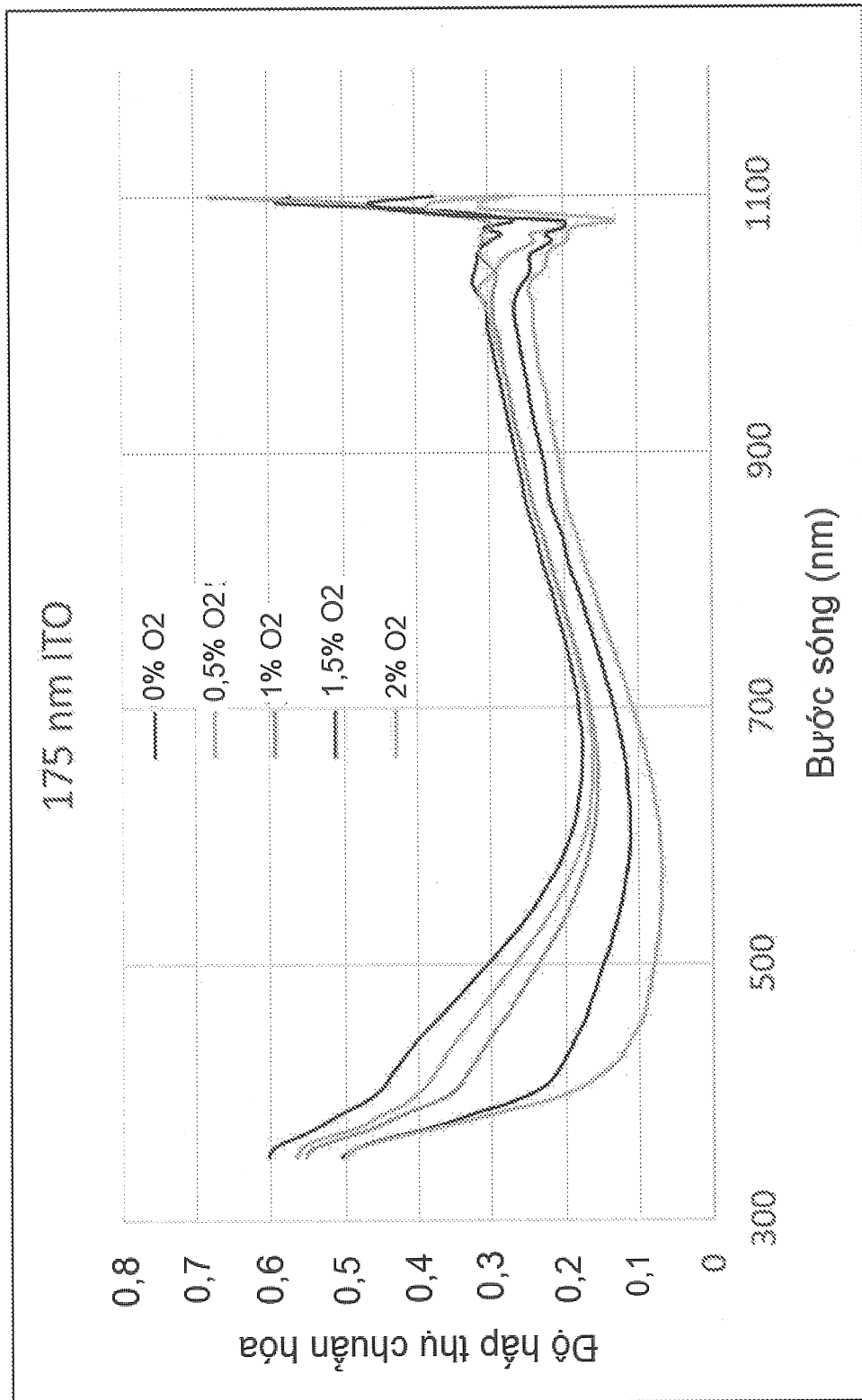
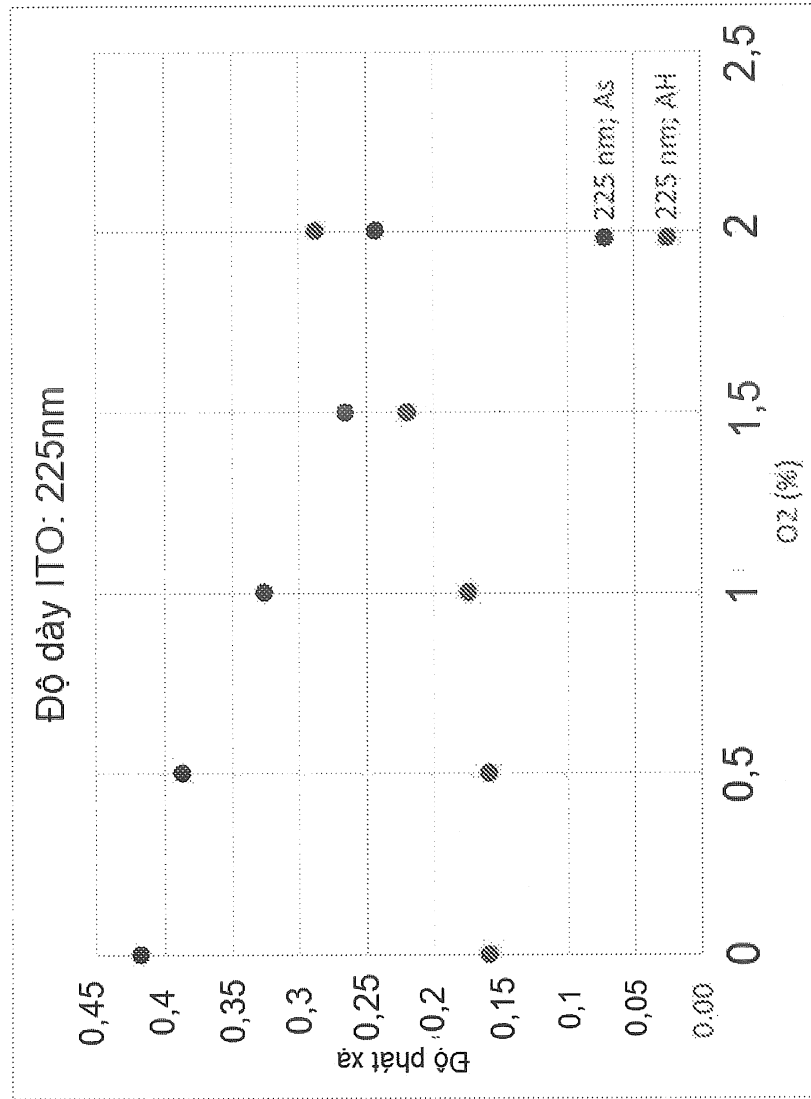
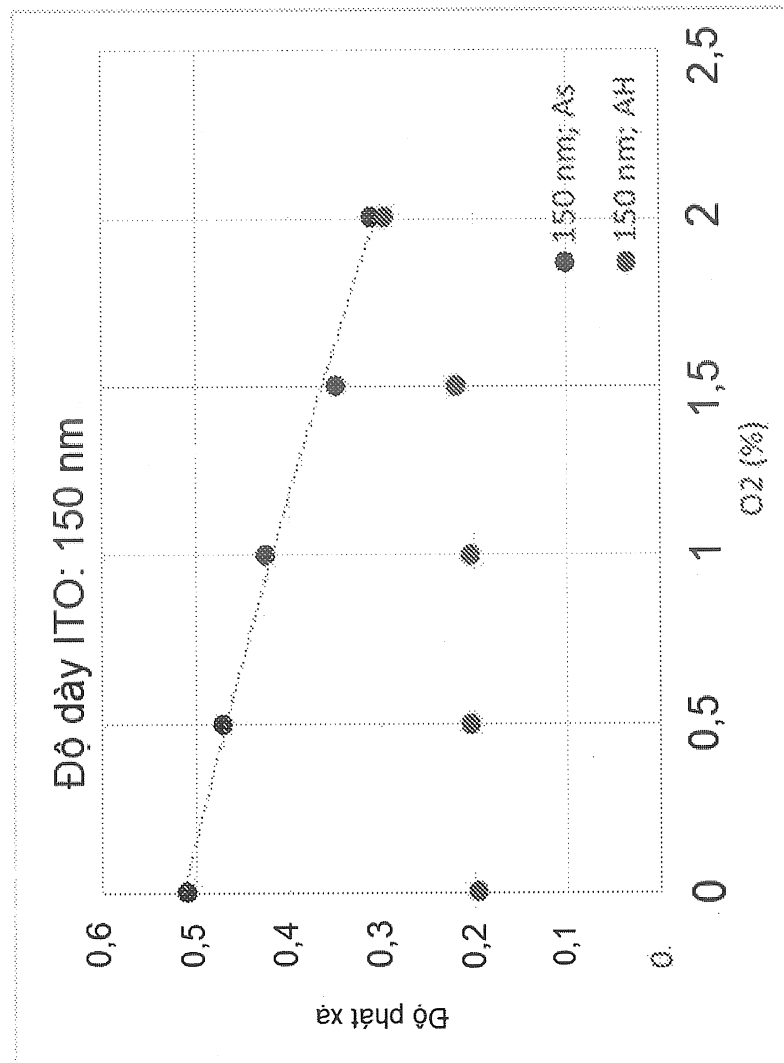


FIG. 16b



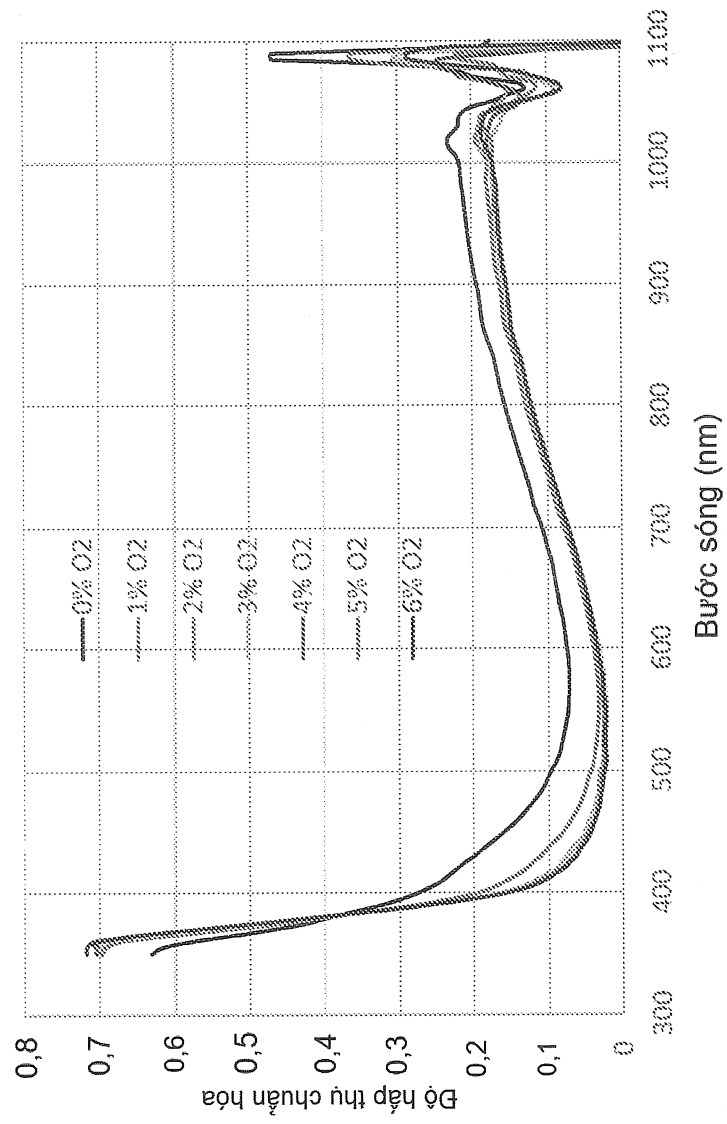
Mẫu dày 225nm thể hiện độ phát xạ $\geq 0,16$ sau khi gia nhiệt

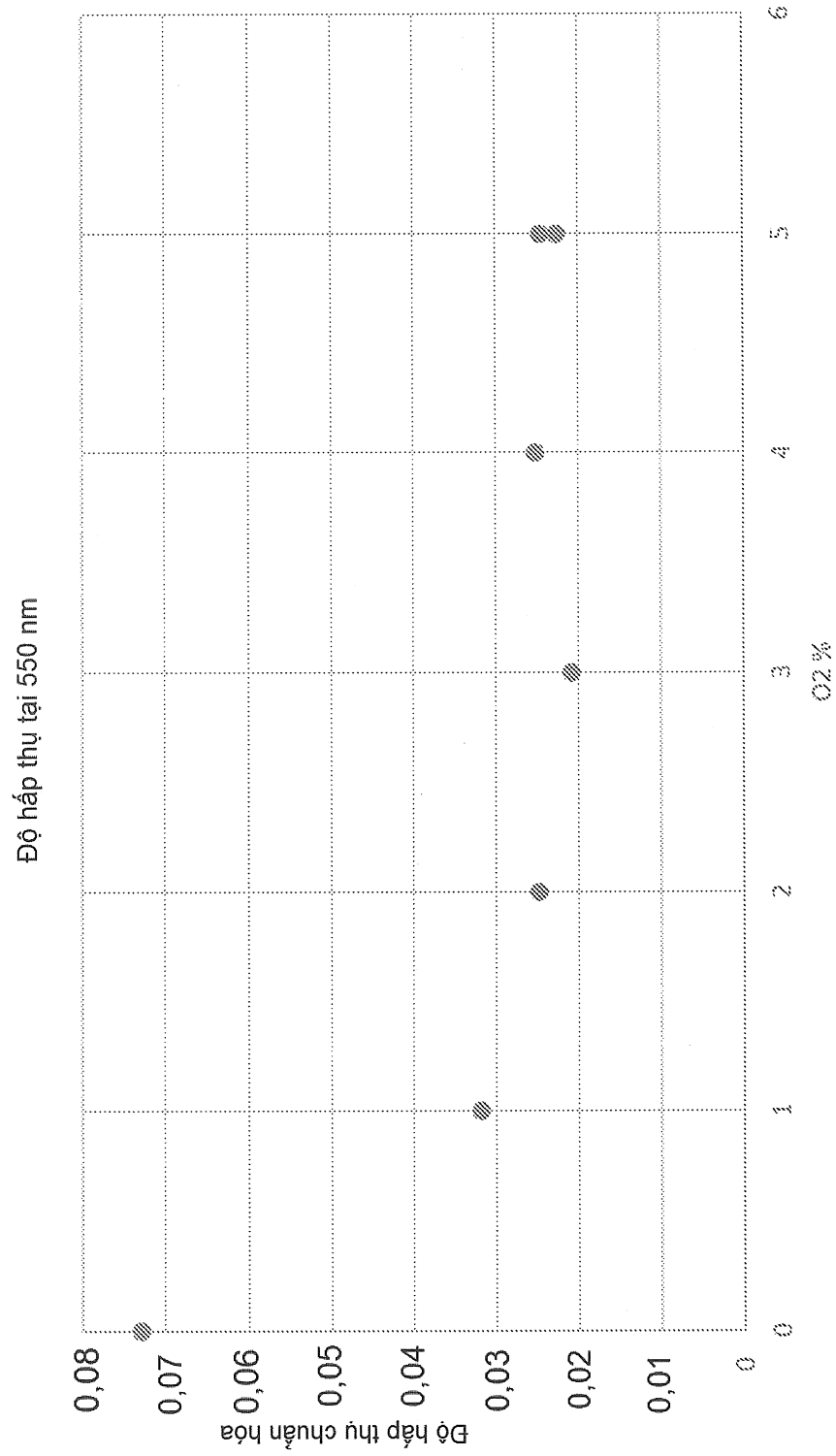
FIG. 17a

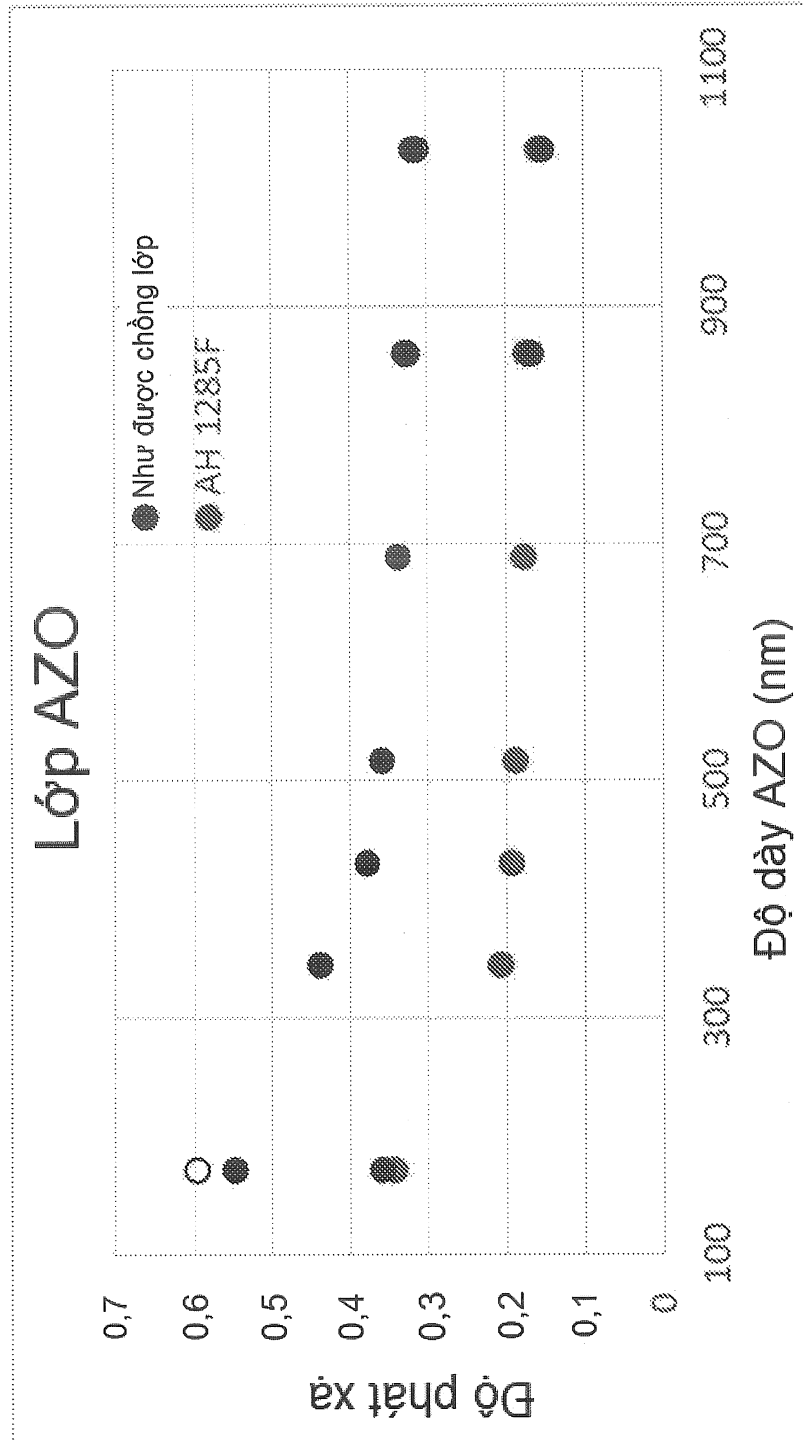


Mẫu giấy 15 Mẫu dày 150 nm thể hiện độ phát xạ ~ 0,20 khi gia nhiệt

FIG. 17b

**FIG. 18**

**FIG. 19**

**FIG. 20**

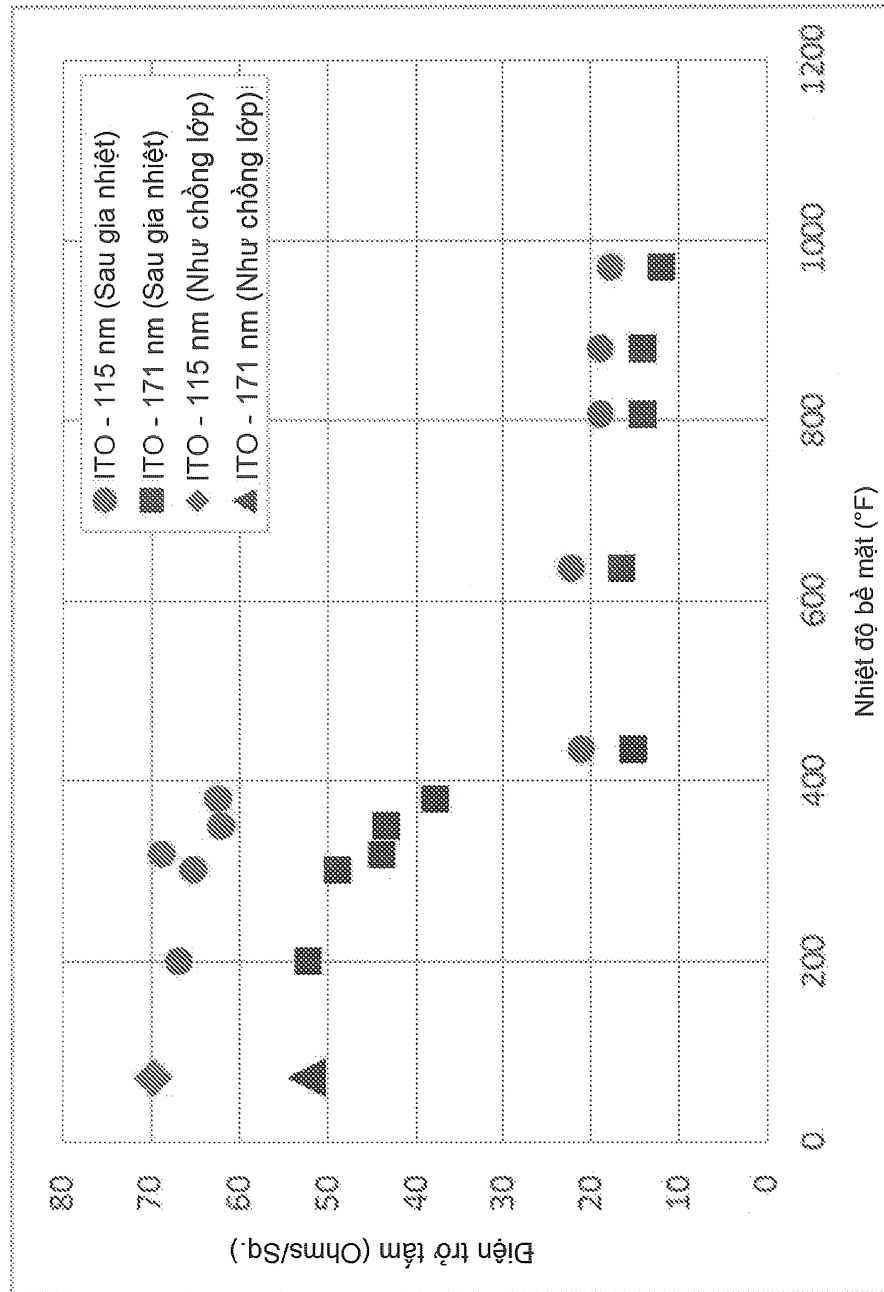


FIG. 21